MAKING MODERN LIVING POSSIBLE

SOLAR INVERTERS

Guía de Diseño
FLX Series

www.danfoss.com/solar

Índice

1 Introducción 3

1.1 Lista de símbolos 3

1.2 Lista de abreviaturas 4

1.3 Versión de software 4

2 Información general sobre el inversor 5

2.1 Características de los inversores de la serie FLX 5

2.2 Características mecánicas del inversor 5

2.3 Descripción del inversor 5

2.3.1 Funcionalidades generales 5

2.3.2 Seguridad funcional 8

2.3.3 Modos de funcionamiento 8

2.3.4 Inversor internacional 8

2.3.5 Reducción de potencia 9

2.3.6 MPPT 12

2.3.7 Funciones de optimización de producción energética 12

2.3.7.1 PV Sweep 12

2.3.7.2 Compensación adaptable del consumo (ACC, por sus siglas en inglés) 13

2.3.7.3 Distribución dinámica de potencia (DPD, por sus siglas en inglés) 13

2.3.8 Protección contra sobretensión interna 13

2.4 Configuraciones de seguridad funcional 13

2.5 Interfaces de usuario 14

2.5.1 Nivel de seguridad 14

2.5.2 Interfaz web 15

2.6 Servicios auxiliares 17

2.6.1 Teoría de la potencia activa / reactiva 17

2.7 Información general sobre servicios auxiliares 18

2.8 Gestión de red dinámica (FRT) 18

2.8.1 Ejemplo: Alemania MV 18

2.9 control de la potencia activa 20

2.9.1 Límite fijo 20

2.9.2 Valor dinámico 20

2.9.3 Ajuste del nivel de potencia de salida mediante control remoto 21

2.10 Potencia reactiva 22

2.10.1 Valor constante 22

2.10.2 Valor dinámico 23

2.10.3 Ajuste por control remoto de la potencia reactiva 23

2.11 Valores de reserva 23

3 Preparación del sistema 24

3.1 Introducción 24
3.2 Lado de CC 24
3.2.1 Requisitos para la conexión FV 24
3.2.2 Definición del factor de dimensionamiento del campo FV 31
3.2.3 Capa fina 31
3.2.4 Protección contra sobretensión interna 32
3.2.5 Gestión térmica 32
3.2.6 Simulación de FV 33
3.3 Lado de CA 33
3.3.1 Requisitos para la conexión de CA 33
3.3.2 Dimensionamiento de circuitos externos 33
3.3.3 Impedancia de red 33

4 Opciones e interfaces de comunicación 34
4.1 Introducción 34
4.2 Opción Sensor Interface 34
4.2.1 Sensor de temperatura 35
4.2.2 Sensor de irradiación 35
4.2.3 Sensor del contador de energía (S0) 35
4.2.4 Salida de relé 35
4.2.5 Alarma 35
4.2.6 Autoconsumo 35
4.3 Kit GSM 35
4.4 Comunicación RS-485 36
4.5 Comunicación Ethernet 36

5 Datos técnicos 37
5.1 Datos técnicos 37
5.1.1 Especificaciones del inversor 37
5.1.2 Eficiencia 41
5.2 Límites de reducción de potencia 41
5.3 Normativa 41
5.4 Condiciones de la instalación 42
5.5 Especificaciones del circuito de la red eléctrica 42
5.6 Especificaciones de los cables 43
5.7 Especificaciones del par de apriete 45
5.8 Especificaciones del circuito de la red eléctrica 46
5.9 Especificaciones de la interfaz auxiliar 46
5.10 Conexiones RS-485 y Ethernet 47

1 Introducción

En esta Guía de diseño se facilita la información necesaria para planificar una instalación. Se describen los requisitos para la utilización de los inversores de la serie FLX en aplicaciones de energía solar.

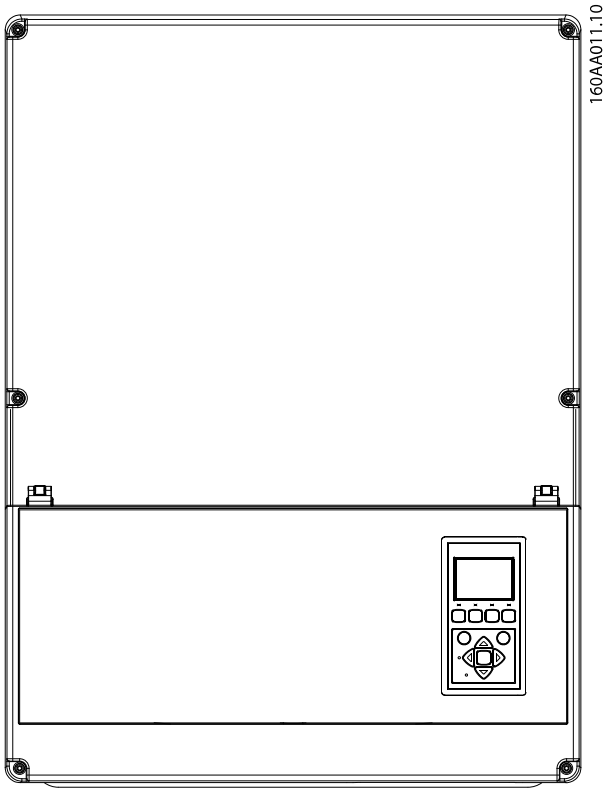


Ilustración 1.1 FLX Inversor de la serie

Bibliografía adicional disponible

- *Guía de instalación*, entregada con el inversor, con la información necesaria para la instalación y la puesta en marcha del inversor.
- *Guía del usuario*, con la información necesaria sobre la monitorización y la configuración del inversor a través del display o la interfaz web.
- *Manual CLX GM*, con la información necesaria sobre la instalación y la configuración de la gestión de la potencia del inversor FLX Pro.
- *Manual de instalación de CLX Home GM* y *Manual de instalación CLX Standard GM*, con la información necesaria para instalar y configurar la monitorización del inversor de la serie FLX.
- *Guía de instalación de la opción Sensor Interface*, para la instalación y puesta en marcha de los sensores de monitorización de la temperatura y la irradiación, así como la utilización de la entrada para contador de energía (S0) y la salida de relé.
- *Guía de instalación del kit opcional GSM*, con la información necesaria para instalar una placa GSM y configurar la carga de datos o los mensajes del inversor.
- *Guía de opciones PLA*, con la información necesaria para instalar y configurar la opción PLA para conectar un receptor de control de ondulación al inversor.
- *Instrucciones de instalación del ventilador*, con la información necesaria para la sustitución de un ventilador.

Estos documentos están disponibles en la zona de descarga de *www.danfoss.com/solar* o a través del proveedor del inversor solar. En la misma ubicación se puede encontrar información adicional específica de la aplicación.

Capítulo	Contenido
2, 5	Funcionalidades y especificaciones del inversor
3	Consideraciones sobre el diseño, la preinstalación y la planificación del sistema
4	Opciones

Tabla 1.1 Contenido

Los parámetros de seguridad funcional y gestión de red están protegidos por contraseña.

1.1 Lista de símbolos

Símbolo	Nota aclaratoria
Cursiva	1) Indica una referencia a un apartado de este manual. 2) *Las cursivas* también se utilizan para indicar un modo de funcionamiento del inversor, por ejemplo, *Conectando*.
Texto contenido entre corchetes [ ]	1) Contiene una ruta de navegación en el menú. 2) También puede contener abreviaturas, como [kW].
[x] superíndice en títulos	Indica el nivel de seguridad.
[Planta]	Elemento del menú accesible a nivel de planta.
[Grupo]	Elemento del menú accesible a nivel de grupo o superior.
[Inversor]	Elemento del menú accesible a nivel de inversor o superior.
→	Indica un paso en la navegación por el menú.
	Nota, información de utilidad.
	Precaución, información importante de seguridad.

1

Símbolo	Nota aclaratoria
# ... #	Nombre de la planta, grupo o inversor en mensaje de correo electrónico, por ejemplo, #nombre de la planta#.
Mapa del sitio	
Símbolo	**Nota aclaratoria**
↳	Indica un submenú.
[x]	Define el nivel del seguridad actual. X se encuentra entre 0 y 3.

Tabla 1.2 Símbolos

1.2 Lista de abreviaturas

Abreviatura	Descripción
cat5e	Cable CAT5e cruzado (mejorado)
DHCP	Protocolo de configuración dinámica de hosts
DNO	Operador de red de distribución
DSL	Línea de abonado digital
CEM (directiva)	Directiva sobre compatibilidad electromagnética
ESD	Descarga electrostática
FRT	Fault ride through
GSM	Sistema global de comunicación móvil
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
LED	Diodo emisor de luz
LVD (directiva)	Directiva de baja tensión
MPP	Punto de máxima potencia
MPPT	Seguidor del punto de máxima potencia
P	P es el símbolo de la potencia activa; se mide en vatios (W)
PCB	Placa de circuito impreso
PCC	Punto de acoplamiento común Es el punto en la red eléctrica pública en el que los clientes están, o podrían estar, conectados.
PE	Conexión a tierra
PELV	Protección por tensión extrabaja
PLA	Ajuste del nivel de potencia
P_{NOM}	Potencia nominal
POC	Punto de conexión El punto en el que el sistema FV se conecta a la red eléctrica pública.
P_{STC}	Potencia en condiciones STC
FV	Fotovoltaico, células fotovoltaicas
RCMU	Unidad de control de la corriente residual
R_{ISO}	Resistencia de aislamiento
ROCOF	Velocidad de cambio de frecuencia
Q	Q es el símbolo de la potencia reactiva; se mide en voltamperios reactivos (VAr)
S	S es el símbolo de la potencia aparente; se mide en voltamperios (VA)
STC	Condiciones STC
SW	Software
THD	Tasa de distorsión armónica total
TN-S	Conexión a tierra con neutro separado. Red de CA.
TN-C	Conexión a tierra con neutro combinado. Red de CA.
TN-C-S	Conexión a tierra con neutro separado y combinado. Red de CA.
TT	Conexión Tierra a tierra. Red de CA.

Tabla 1.3 Abreviaturas

1.3 Versión de software

Este manual de referencia es válido para los inversores con versión de software 2.05 y superiores. Para conocer la versión de software, en el display o la interfaz web (nivel del inversor), consulte [Estado → Inversor → N.º de serie y versión de software → Inversor].

AVISO!

La versión de software al publicar el manual es 2.05. Puede obtener información sobre la versión de software actual en *www.danfoss.com/solar*.

2 Información general sobre el inversor

2.1 Características de los inversores de la serie FLX

- Carcasa IP65
- Interruptor de carga FV
- Conectores Sunclix para la entrada FV
- Acceso a la configuración y monitorización del inversor mediante el display
- Funcionalidades auxiliares. Consulte *2.6 Servicios auxiliares* para obtener más información.
- Acceso a la configuración y monitorización del inversor a través de la interfaz web.

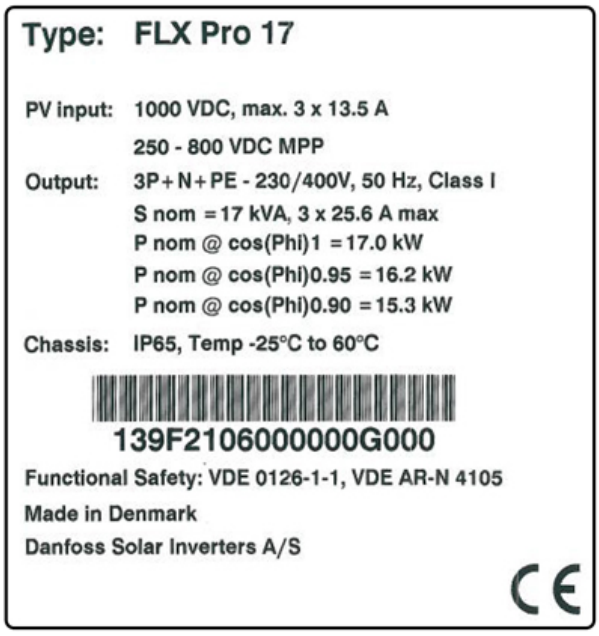
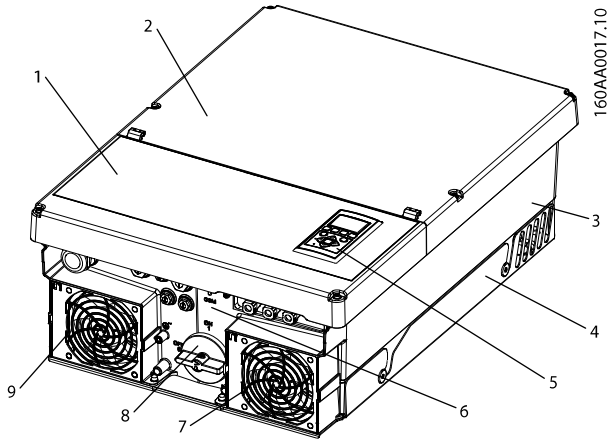

Type: FLX Pro 17
PV input: 1000 VDC, max. 3 x 13.5 A
250 - 800 VDC MPP
Output: 3P+N+PE - 230/400V, 50 Hz, Class I
S nom = 17 kVA, 3 x 25.6 A max
P nom @ cos(Phi)1 = 17.0 kW
P nom @ cos(Phi)0.95 = 16.2 kW
P nom @ cos(Phi)0.90 = 15.3 kW
Chassis: IP65, Temp -25°C to 60°C
139F2106000000G000
Functional Safety: VDE 0126-1-1, VDE AR-N 4105
Made in Denmark
Danfoss Solar Inverters A/S
CE

Ilustración 2.1 Etiqueta del producto

La etiqueta del producto, situada en su lateral, indica:

- tipo de inversor
- especificaciones importantes
- número de serie, ubicado bajo el código de barras, para la identificación del inversor

2.2 Características mecánicas del inversor



1	Tapa del área de conexiones
2	Tapa frontal
3	Disipador térmico de fundición de aluminio
4	Placa mural
5	Display
6	Posición de montaje para el kit GSM (opcional)
7	Ventilador
8	Seccionador de corte en carga FV
9	Ventilador

Ilustración 2.2 Características mecánicas del inversor

2.3 Descripción del inversor

2.3.1 Funcionalidades generales

Ventajas del inversor de la serie FLX:

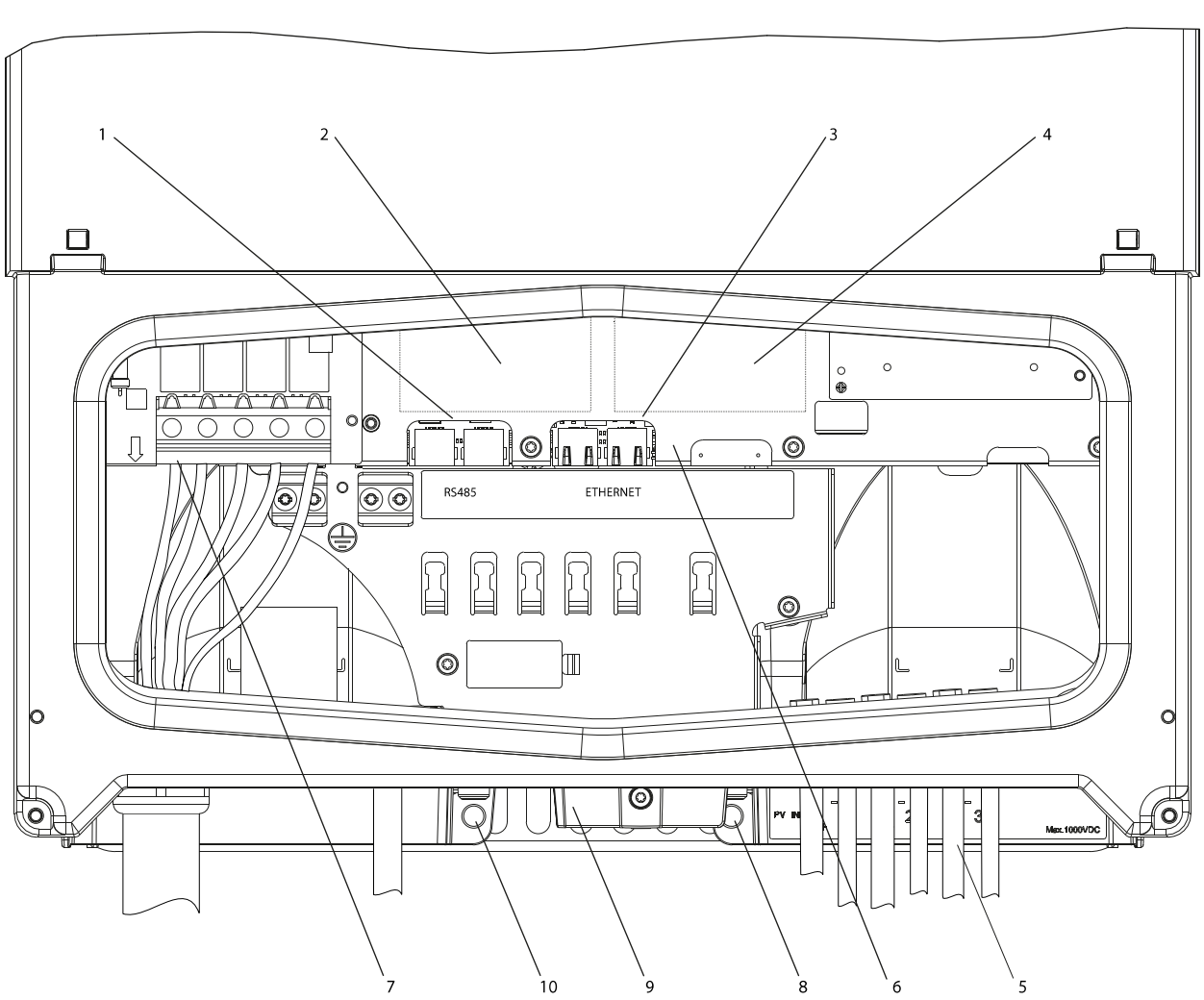
- Sin transformador
- Trifásico
- Puente inversor de tres niveles de gran rendimiento
- Dos o tres entradas FV independientes para una máxima flexibilidad
  - Número equivalente de seguidores MPP
- Unidad integrada de control de la corriente de fugas
- Función de comprobación del aislamiento
- Interruptor de carga FV integrado
- Funcionalidad Fault Ride Through mejorada (para contribuir a la generación de potencia durante las averías de la red)

2

- Compatible con una gran variedad de redes internacionales
- Adaptado a los requisitos y condiciones locales a través de la configuración del código de red

El inversor dispone de varias interfaces:

- Interfaz de usuario
  - Display
  - Interfaz web
  - Interfaz web de mantenimiento
- Interfaz de comunicación
  - RS-485
  - Ethernet
- Opción Sensor Interface
  - Entrada para contador de energía
  - Entrada para el sensor de irradiación
  - Entradas para el sensor de temperatura: 3 PT1000
  - Salida de relé para activación de alarma o autoconsumo
- Opción GSM
  - Entrada para antena
  - Ranura para tarjeta SIM
- Opción PLA
  - 6 entradas digitales, p. ej. para conectar el receptor del control de ondulación y para el control de la potencia activa y reactiva



PELV (contacto seguro)	
1	Interfaz RS-485
2	Ranura opcional A (puede utilizarse para la opción GSM, Sensor Interface opcional u opción PLA)
3	Interfaz Ethernet
4	Ranura opcional A (puede utilizarse para la opción GSM, Sensor Interface opcional u opción PLA)
Pieza en tensión	
5	Área de conexión FV
6	Placa de comunicación
7	Terminal CA
Otros	
8	Posición del tornillo de seguridad
9	Seccionador de corte en carga FV
10	Posición del tornillo de seguridad

Ilustración 2.3 Información general sobre el área de instalación

2.3.2 Seguridad funcional

2

El inversor está diseñado para uso internacional y dispone de un diseño de circuito de seguridad funcional que cumple con una gran variedad de requisitos internacionales (consulte *2.3.4 Inversor internacional*).

Inmunidad de avería única
El diseño del circuito de seguridad funcional prevé dos unidades de monitorización independientes; cada una de ellas controla un juego de relés de red para garantizar la inmunidad de avería única. Todos los circuitos de seguridad funcional se prueban durante el arranque para garantizar la seguridad durante el funcionamiento. Si un circuito falla más de una de cada tres veces durante la autoprueba, el inversor pasa al modo a prueba de fallos. Si las tensiones de red, las frecuencias de red o la corriente residual medidas durante el funcionamiento normal difieren demasiado entre los dos circuitos independientes, el inversor deja de suministrar energía a la red y repite la autoprueba. Los circuitos de seguridad funcional están siempre activados y no se pueden desactivar.

Supervisión de la red
Los temas relacionados con la red se encuentran bajo supervisión continua cuando el inversor suministra energía a la red. Se controlan los siguientes parámetros:

- Tensión de red (instantánea y media de 10 minutos)
- Frecuencia y tensión de red
- Detección trifásica de pérdida de la red eléctrica (LoM)
- Índice de cambio de frecuencia (ROCOF)
- Contenido de CC en la corriente de red
- Unidad de control de la corriente de fugas (RCMU).
- Cambio de frecuencia activa.

El inversor deja de suministrar energía a la red si uno de los parámetros infringe el ajuste de red.

Autoprueba
La resistencia de aislamiento entre el campo FV y la tierra también se comprueba durante la autoprueba. El inversor no suministrará energía a la red si la resistencia es demasiado baja. En ese caso, esperará 10 minutos antes de realizar un nuevo intento de suministrar energía a la red.

2.3.3 Modos de funcionamiento

El inversor tiene cuatro modos de funcionamiento, indicados mediante LED.

Desconect. de la red (LED apagados)
Si no ha suministrado potencia a la red de CA durante más de 10 minutos, el inversor se desconecta de la red y se apaga. «Desconect. de la red - modo de espera» es el modo nocturno predeterminado.

- **Desconect. de la red - modo de espera** (LED apagados)
  El inversor se desconecta de la red. Las interfaces de usuario y comunicación permanecen conectadas para que pueda existir comunicación.

Conectando (LED verde parpadeante)
El inversor se inicia cuando la tensión de entrada FV alcanza los 250 V. Realiza una serie de autopruebas internas, que incluyen la autodetección FV y la medición de la resistencia de aislamiento a tierra del campo FV. Al mismo tiempo, también supervisa los parámetros de red. Si los parámetros de red se encuentran dentro de las especificaciones del periodo estipulado (según ajuste de red), el inversor comienza a suministrar energía a la red.

Conectado a la red (LED verde encendido)
El inversor está conectado a la red y suministra energía. El inversor se desconecta si:

- detecta condiciones de red anormales (en función del ajuste de red) o
- se produce una incidencia interna o
- no hay suficiente potencia FV disponible (no se suministra potencia a la red durante 10 minutos).

El inversor entra, entonces, en modo de conexión o en modo desconect. de la red.

A prueba de fallos (LED rojo parpadeante)
Si el inversor detecta un error en sus circuitos durante la autoprueba (en modo de conexión) o durante el funcionamiento, el inversor pasará al modo «A prueba de fallos» y se desconectará de la red. El inversor permanecerá en modo a prueba de fallos hasta que la potencia FV esté ausente durante un mínimo de 10 minutos o cuando el inversor se desconecte por completo (CA+FV).

2.3.4 Inversor internacional

El inversor cuenta con una serie de ajustes de red para cumplir con la normativa nacional.
Antes de conectar un inversor a la red, obtenga la aprobación del operador de la red de distribución local (DNO).
Para realizar la selección inicial del ajuste de red, consulte la *Guía de instalación* FLX.

Ajustes de la mejora de la calidad de la potencia de red
Para obtener más información, consulte *2.6 Servicios auxiliares*.

Ajustes de seguridad funcional

- Los valores RMS de las tensiones de red se comparan con dos parámetros de desconexión inferiores y con dos superiores; p. ej., sobretensión (fase 1). Si los valores RMS infringen los ajustes de desconexión durante más tiempo que el «tiempo de tolerancia», el inversor deja de suministrar energía a la red.
- La pérdida de la red eléctrica (LoM) se detecta mediante dos algoritmos diferentes:
    1. Supervisión trifásica de la tensión (el inversor controla individualmente la corriente de las 3 fases). Los valores RMS de las tensiones de red fase-fase se comparan con los parámetros de desconexión superior e inferior. Si los valores RMS infringen los ajustes de desconexión durante más tiempo que el «tiempo de tolerancia», los inversores dejan de suministrar energía a la red.
    2. Índice de cambio de frecuencia (ROCOF). Los valores ROCOF (positivo y negativo) se comparan con los ajustes de desconexión, y el inversor deja de suministrar energía a la red si se infringen los límites.
- La corriente residual se controla. El inversor deja de suministrar energía a la red cuando:
    - el valor RMS de la corriente residual infringe los ajustes de desconexión durante más tiempo que el «tiempo de tolerancia» o
    - se detecta un salto repentino del valor de CC en la corriente residual.
- Se controla la resistencia de aislamiento a tierra del campo FV durante la puesta en marcha del inversor. Si el valor es demasiado bajo, el inversor esperará 10 minutos y, a continuación, realizará un nuevo intento de suministrar energía a la red. **Nota:** En función de la legislación local, se define un valor mínimo de resistencia de aislamiento a tierra del campo FV. El valor definido se desvía en un 20 % en el rango de 100 kΩ-1 MΩ y en un 40 % en el rango de 20-100 kΩ, con el fin de permitir la medición de la inexactitud. Por ejemplo, un límite de 200 kΩ tendrá una desviación de 40 kΩ y, por lo tanto, el límite aplicado será de 240 kΩ.

Si el inversor deja de suministrar energía a la red debido a la frecuencia o a la tensión de la misma (sin LoM trifásica) y si estas se restablecen en un periodo corto (interrupción breve), el inversor puede reconectarse siempre y cuando los parámetros de red hayan estado dentro de los límites durante el tiempo especificado (tiempo de reconexión). De lo contrario, el inversor vuelve a la secuencia de conexión normal.

2.3.5 Reducción de potencia

La reducción de potencia de salida es una forma de proteger el inversor de sobrecargas y fallos potenciales. Por otro lado, la reducción de potencia se puede activar también para respaldar a la red reduciendo o limitando la potencia de salida del inversor. La reducción de potencia se activa en caso de:

1. Sobrecorriente FV
2. Sobretemperatura interna
3. Tensión de red demasiado baja
4. Sobrefrecuencia de red[1)]
5. Comando externo (función PLA)[1)]

[1)] Consulte *2.6 Servicios auxiliares*.

La reducción de potencia se consigue ajustando la tensión FV y, posteriormente, funcionando fuera del punto de máxima potencia de los strings FV. El inversor sigue reduciendo la potencia hasta que cesa la sobrecarga potencial o se alcanza el nivel fijado en el PLA. La reducción de potencia debida a una temperatura demasiado alta del inversor se produce por sobredimensionamiento FV, mientras que la reducción de potencia debida a la corriente de red, a la tensión de red y a la frecuencia de red indica problemas de la red.
Consulte *2.6 Servicios auxiliares* para obtener más información.

Durante la reducción de potencia debida a la temperatura, la potencia de salida puede variar.

1. Sobrecorriente FV
La máxima corriente FV admisible por MPPT es 12 A. Cuando se alcanza una corriente FV de 12,3 A, el inversor empezará a reducir la potencia de entrada. Por encima de 13 A, el inversor se desconectará.

2. Sobretemperatura interna
La reducción de potencia debida a la temperatura es una señal de que la temperatura ambiente es excesiva, el disipador térmico está sucio, un ventilador está bloqueado o algún problema similar. Con respecto al mantenimiento, consulte la *Guía de instalación FLX*.
Los valores que se muestran en los siguientes gráficos se miden en condiciones nominales cos(φ) = 1.

2

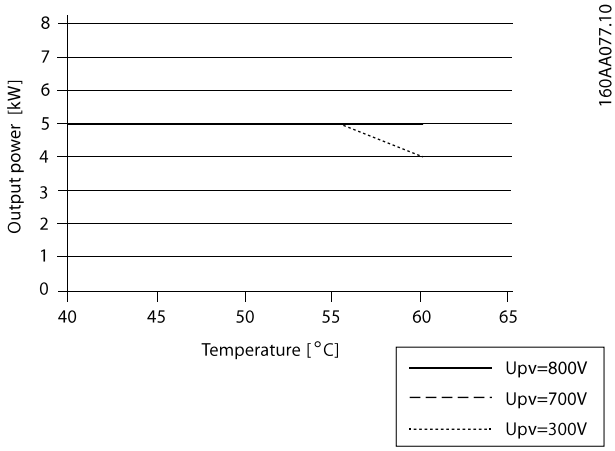


Ilustración 2.4 Reducción de potencia por temperatura, FLX5

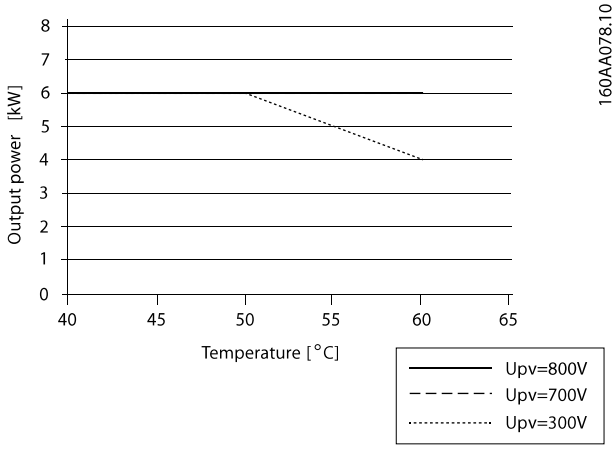


Ilustración 2.5 Reducción de potencia por temperatura, FLX6

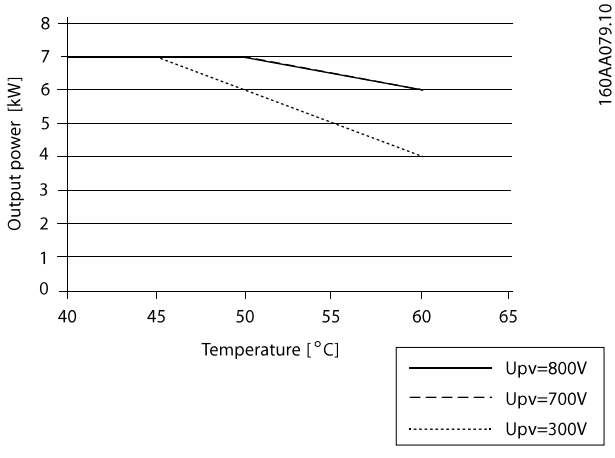


Ilustración 2.6 Reducción de potencia por temperatura, FLX7

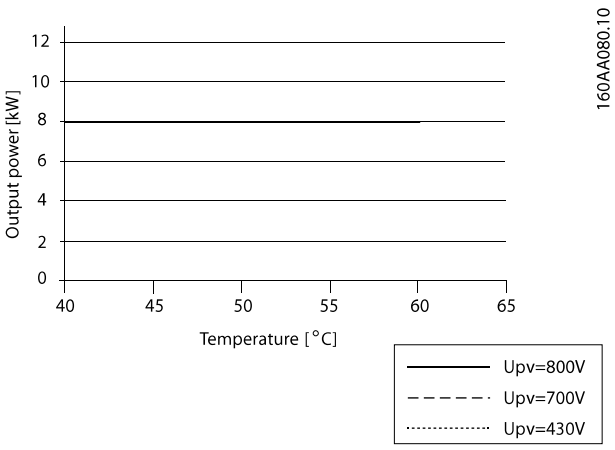


Ilustración 2.7 Reducción de potencia por temperatura, FLX8

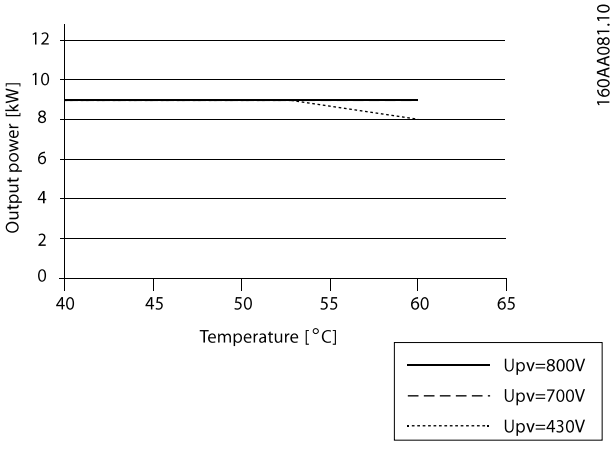


Ilustración 2.8 Reducción de potencia por temperatura, FLX9

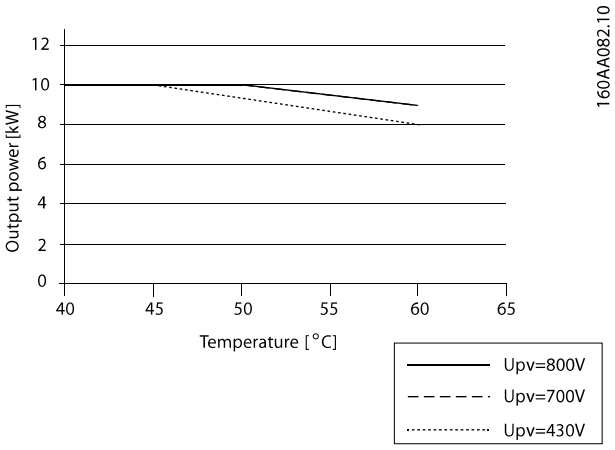


Ilustración 2.9 Reducción de potencia por temperatura, FLX10

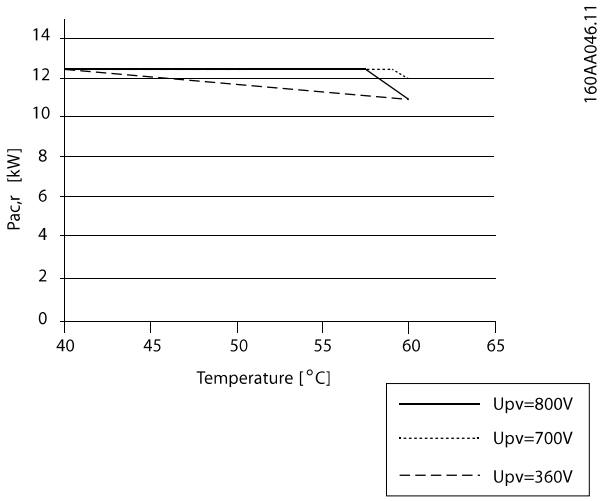


Ilustración 2.10 Reducción de potencia por temperatura, FLX12.5

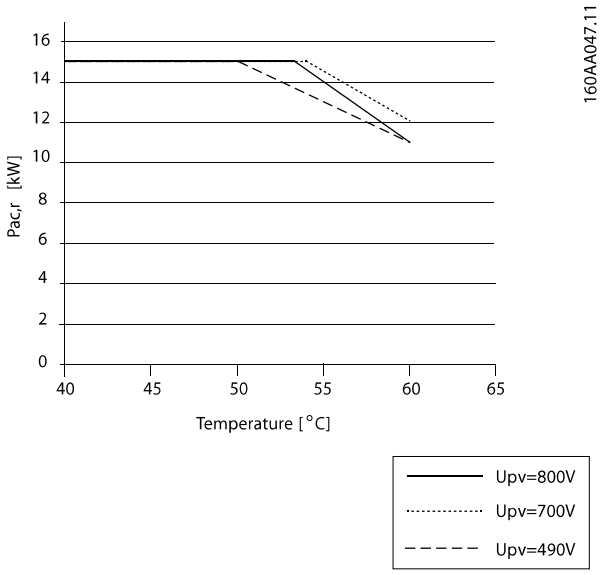


Ilustración 2.11 Reducción de potencia por temperatura, FLX15

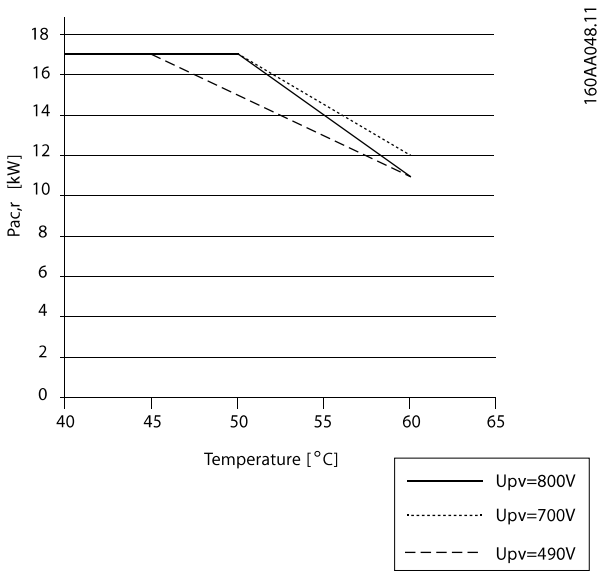


Ilustración 2.12 Reducción de potencia por temperatura, FLX17

3. Sobretensión de red

Si la tensión de red excede el límite *U1* definido por el operador de red, el inversor reduce la potencia de salida. Si la tensión de red aumenta y excede el límite definido de *10 min de media (U2)*, el inversor deja de suministrar energía a la red para salvaguardar la calidad de la potencia y proteger el resto de equipos conectados a la red.

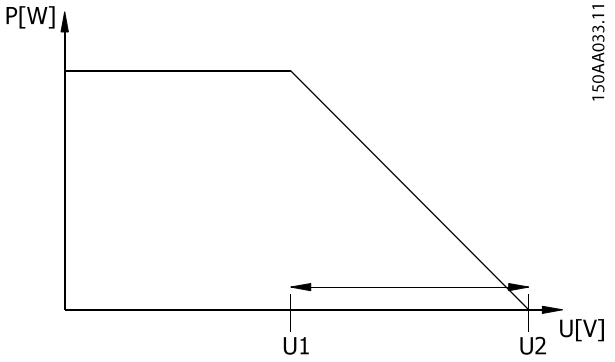


Ilustración 2.13 Tensión de red por encima del límite establecido por el operador de red

U1	Fijo
U2	Límite de desconexión

En tensiones de red inferiores a la tensión nominal (230 V), el inversor reducirá la potencia para evitar superar el límite de corriente.

2

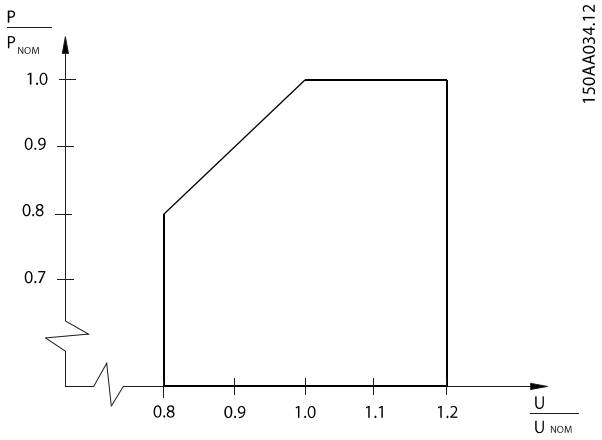


Ilustración 2.14 Tensión de red inferior a U_{nom}

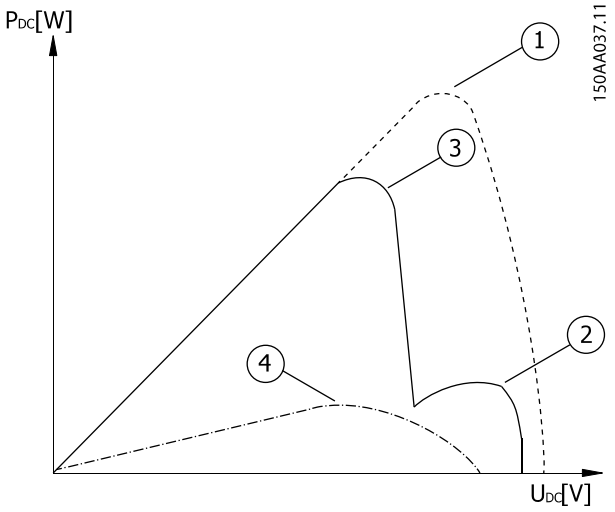


Ilustración 2.15 Salida del inversor, potencia (W) frente a tensión (V)

2.3.6 MPPT

El seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) es un algoritmo que intenta maximizar la salida del string FV constantemente. El algoritmo actualiza la tensión FV lo suficientemente rápido como para seguir los cambios repentinos en la irradiancia solar.

Gráfico pendiente. No estaba listo antes de la finalización del manual.

2.3.7 Funciones de optimización de producción energética

2.3.7.1 PV Sweep

La curva de potencia característica de un string FV no es lineal y, en situaciones en que los paneles FV están parcialmente a la sombra, por ejemplo, debido a un árbol o una chimenea, la curva puede tener más de un punto de máxima potencia local (MPP local). Solo uno de los puntos es el verdadero punto de máxima potencia (MPP global). Mediante el PV Sweep, el inversor localiza tanto el MPP global como el local. El inversor mantiene entonces la producción en el punto óptimo, el MPP global.

1	Paneles solares totalmente irradiados: MPP global
2	Paneles solares parcialmente en sombra: MPP local
3	Paneles solares parcialmente en sombra: MPP global
4	Tiempo nublado: MPP global

La función PV Sweep engloba dos opciones de escaneo de la curva completa:

- Barrido estándar: barrido periódico en un intervalo previamente programado
- Barrido avanzado: barrido para un período de intervalo definido por el usuario.

Barrido estándar
Utilice el barrido estándar para optimizar la producción energética cuando haya sombras permanentes en el campo FV. La curva FV será explorada en el intervalo definido para garantizar que el punto de funcionamiento se mantiene en el MPP global.

Barrido avanzado
El PV Sweep avanzado es una función complementaria del PV Sweep estándar. El inversor de la serie FLX puede programarse para realizar un PV Sweep durante un periodo de intervalo definido por el usuario. Esto es importante cuando se detecta un periodo de sombra en el panel (debido a objetos sólidos como árboles o chimeneas). La función de barrido solo podrá activarse durante un periodo específico para evitar mayores pérdidas en la producción energética. Pueden definirse hasta 3 intervalos de barrido distintos.

2.3.7.2 Compensación adaptable del consumo (ACC, por sus siglas en inglés)

La compensación adaptable del consumo optimizará la producción energética de la planta respetando los requisitos establecidos por el operador de red. La potencia de salida de los inversores se controla como una función del autoconsumo real y del límite de potencia impuesto por el operador de red en el PCC, p. ej., un límite del 70 % de la potencia FV instalada. En caso de autoconsumo medido con un contador de energía, la potencia de salida del inversor se incrementará durante el periodo de incremento del autoconsumo.
Predeterminadamente, el FLX Pro no incluye el módulo de sensores que contiene la entrada S0 exigida por la función ACC.
El módulo de sensores puede comprarse e instalarse en el interior del inversor, en la ranura opcional.

Esta función puede activarse y desactivarse y la entrada S0 puede configurarse con el número de impulsos/kWh.

Esta función puede utilizarse en combinación con la función DPD.

2.3.7.3 Distribución dinámica de potencia (DPD, por sus siglas en inglés)

La función DPD es importante en instalaciones con más de 1 inversor que tienen diferentes orientaciones de paneles. La función DPD garantiza que la potencia de salida total en el PCC se mantenga siempre al máximo, incluso en condiciones de gestión de red (límites fijos EEG2012 y PLA). Si una sección está a la sombra, el inversor de máxima productividad tiene el potencial de carga. El inversor no tendrá que reducir, por ejemplo, al 70 %, ya que la planta (en el PCC) ya tiene reducida la potencia de salida debido a la sección en sombra. Finalmente, esta función permite aumentar la producción energética mediante la optimización de la potencia de salida bajo restricciones del operador de red.

Esta función puede activarse y desactivarse.

Esta función puede utilizarse en combinación con la función ACC y puede aplicarse a un máximo de 10 inversores.

2.3.8 Protección contra sobretensión interna

Protección contra sobretensión FV
La protección contra sobretensión FV es una característica que protege activamente el inversor de cualquier sobretensión. La protección es independiente de la conexión de red y permanece activa siempre y cuando el inversor esté completamente operativo.

Durante el funcionamiento normal, la tensión MPP será de entre 250 y 800 V y la protección contra sobretensión FV permanecerá inactiva. Si el inversor se desconecta de la red, la tensión FV se encontrará en una situación de circuito abierto (sin seguimiento de MPP). En estas condiciones y si la irradiación es alta y la temperatura del módulo es baja, la tensión puede aumentar y superar los 900 V, pudiendo afectar negativamente al inversor. En esta situación, se activará la protección contra sobretensión. Cuando la protección contra sobretensión FV se activa, la tensión de entrada prácticamente se cortocircuita y se reduce a aproximadamente 5 V, lo que deja potencia suficiente para suministrar energía a los circuitos internos. La reducción de la tensión de entrada se realiza en 1,0 ms. Cuando se restablecen las condiciones de red normales, el inversor abandona la protección contra sobretensión FV, provocando que la tensión MPP vuelva a estar en el intervalo 250-800 V.

Protección contra sobretensión intermedia
Durante el arranque (antes de que el inversor se conecte a la red) y mientras la energía FV está cargando el circuito intermedio, puede activarse la protección contra sobretensión para evitar una sobretensión en el circuito intermedio.

2.4 Configuraciones de seguridad funcional

El inversor está diseñado para uso internacional y puede manejar una amplia variedad de requisitos relacionados con la seguridad funcional y el comportamiento de la red. Los parámetros para la seguridad funcional y algunos parámetros de ajuste de red están predefinidos y no es necesario modificarlos durante la instalación. Sin embargo, será necesario modificar algunos parámetros de ajuste de red durante la instalación para permitir una optimización de la red local.

Para cumplir con los diferentes requisitos, el inversor está equipado con unos ajustes de red predefinidos para introducir los ajustes estándar. Dado que la modificación de los parámetros puede resultar en un incumplimiento de los requisitos legales, así como afectar negativamente a la red y reducir el rendimiento del inversor, las modificaciones están protegidas con contraseña.

Según el tipo de parámetro, algunas alteraciones están limitadas a cambios de fábrica. En el caso de los parámetros utilizados para optimizar la red local, se permite realizar alteraciones a los instaladores. Si se alteran los parámetros, el ajuste de red se ajusta automáticamente a «Personalizado».

Siga el siguiente procedimiento para cada modificación de parámetros de red, ya sea directamente o a través de cambios de otros parámetros de seguridad funcional. Para más información, consulte *2.3.4 Inversor internacional*.

2

Procedimiento para el propietario de la planta FV

1. Escoja el código de red deseado. El encargado de la decisión de cambiar un parámetro de red se hace responsable de cualquier conflicto que pueda surgir.
2. Solicite el cambio de parámetros a un técnico autorizado.

Procedimiento para el técnico autorizado

1. Póngase en contacto con la línea de asistencia técnica para obtener una contraseña de nivel 2 de 24 horas y un nombre de usuario.
2. Acceda al parámetro de red y cámbielo mediante la interfaz web o el display.
3. Rellene y firme el formulario «Cambio de los parámetros de seguridad funcional».
    - Para acceder mediante servidor web
        - Cree un informe de parámetros.
        - Rellene el formulario creado por la interfaz web en el PC.
4. Envíe la siguiente documentación al operador de red:
    - Formulario «Cambio de los parámetros de seguridad funcional» cumplimentado y firmado.
    - Carta solicitando que se envíe al propietario de la planta FV una copia de la autorización.

2.5 Interfaces de usuario

La interfaz de usuario se compone de:

- Display local. Permite la configuración manual del inversor.
- Interfaz web. Permite el acceso a varios inversores a través de Ethernet.

Para información sobre acceso y sobre los menús, consulte la *Guía de usuario* de FLX.

2.5.1 Nivel de seguridad

Tres niveles de seguridad predefinidos filtran el acceso del usuario a los menús y las opciones.

Niveles de seguridad:

- Nivel [0]: acceso general. No se necesita contraseña.
- Nivel [1]: instalador o técnico de mantenimiento. Se necesita contraseña de acceso.
- Nivel [2]: instalador o técnico de mantenimiento. Se necesita contraseña para acceso ampliado.

A lo largo del manual, un [0], [1] o [2] tras un elemento del menú indica el nivel de seguridad mínimo necesario para acceder a dicho elemento.

Cuando se inicia sesión en la interfaz web como administrador, el nivel de seguridad es el [0].

El acceso a los niveles [1] y [2] requiere un inicio de sesión de mantenimiento, compuesto por una Id. de usuario y una contraseña.

- El inicio de sesión de mantenimiento proporciona un acceso directo a un nivel de seguridad específico durante el día actual.
- Obtenga el inicio de sesión de mantenimiento de Danfoss.
- Introduzca el inicio de sesión en la pantalla o en el cuadro de diálogo de inicio de sesión de la interfaz web.
- Cuando finalice la tarea de mantenimiento, cierre la sesión en [Configuración → Seguridad].
- El inversor desconecta automáticamente al usuario después de 10 minutos de inactividad.

Los niveles de seguridad son similares en la pantalla y la interfaz web.
Un nivel de seguridad proporciona acceso a todos los elementos del menú del mismo nivel de seguridad, así como a todos los elementos de un nivel de seguridad inferior.

AVISO!

El display tarda como máximo 10 segundos en activarse tras el arranque.

El display integrado en la parte frontal del inversor proporciona al usuario acceso a la información del sistema FV y del inversor.

El display tiene 2 modos:

1. **Normal:** el display se está utilizando.
2. **Ahorro de energía:** transcurridos 10 minutos de inactividad, se desconecta la retroiluminación del display para ahorrar potencia. Pulse cualquier tecla para reactivarlo.

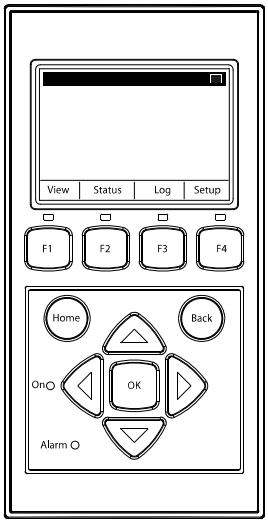


Ilustración 2.16 Información general sobre los botones y las funciones del display

Tecla	Función	LED
F1	Visualización 1 / Visualización 2, pantalla	Al seleccionar las teclas F1-F4, se iluminará el LED situado en la parte superior de la tecla
F2	Menú Estado	
F3	Menú Registro de producción	
F4	Menú Configuración	
Inicio	Volver a la pantalla Visualización	
OK	Intro / selección	
Flecha arriba	Un paso arriba / incrementar valor	
Flecha abajo	Un paso abajo / disminuir valor	
Flecha derecha	Mueve el cursor hacia la derecha.	
Flecha izquierda	Mueve el cursor hacia la izquierda.	
Atrás	Volver / anular selección	
Encendido / LED verde		Encendido / Parpadeando = Conectado a la red / Conectando
Alarma / LED rojo		Parpadeando = A prueba de fallos

Tecla	Función	LED
	El inversor está configurado como master. Este icono aparece en la esquina superior derecha.	
	El inversor es un follower conectado a un master. Este icono aparece en la esquina superior derecha.	

Tabla 2.1 Información general sobre los botones y las funciones del display

AVISO!

El nivel de contraste del display puede ser modificado pulsando la tecla de flecha arriba / abajo, mientras se mantiene pulsada la tecla F1.

La estructura del menú se divide en cuatro secciones principales:

1. **Vista**: se trata de una breve lista de información, solo lectura.
2. **Estado**: muestra las lecturas de los parámetros del inversor, solo lectura.
3. **Registro**: muestra los datos registrados.
4. **Configuración**: muestra los parámetros configurables, lectura / escritura.

Consulte los siguientes apartados para obtener información más detallada.

2.5.2 Interfaz web

Para obtener información adicional sobre la configuración y otros temas, consulte también la *Guía del usuario de* FLX. El inversor de la serie FLX está equipado con un datalogger integrado y una interfaz web. En una red master / follower pueden funcionar conjuntamente hasta 100 inversores. El master puede conectarse a través de Ethernet a un ordenador o a un router. Puede acceder a la interfaz a través de un explorador web (Microsoft Internet Explorer, Mozilla Firefox o Google Chrome).

2

Ilustración 2.17 Información general

Se pueden realizar la monitorización y la configuración tanto a nivel de planta como a nivel de inversor. Por ejemplo, proporcionando información sobre:

- Producción
- Ingresos
- Ahorro de CO_2
- Rendimiento
- Información general del estado
- Registros de la planta

Se puede realizar una puesta en marcha adicional de uno o varios inversores. El asistente de configuración configurará todos los inversores que se encuentren conectados a la red. La réplica de los ajustes copiará la configuración del master a uno o más inversores de la red.

- Nivel planta: el inversor master recopila datos de los inversores follower en una red master / follower y muestra los datos acumulados.
- Nivel grupo: Los inversores se pueden agrupar en grupos y deben estar agrupados en al menos un grupo. En este nivel, se facilitará información general de la producción y el rendimiento.
- Nivel inversor: la información general de la producción y el rendimiento, los registros y la configuración puede visualizarse para un único inversor.

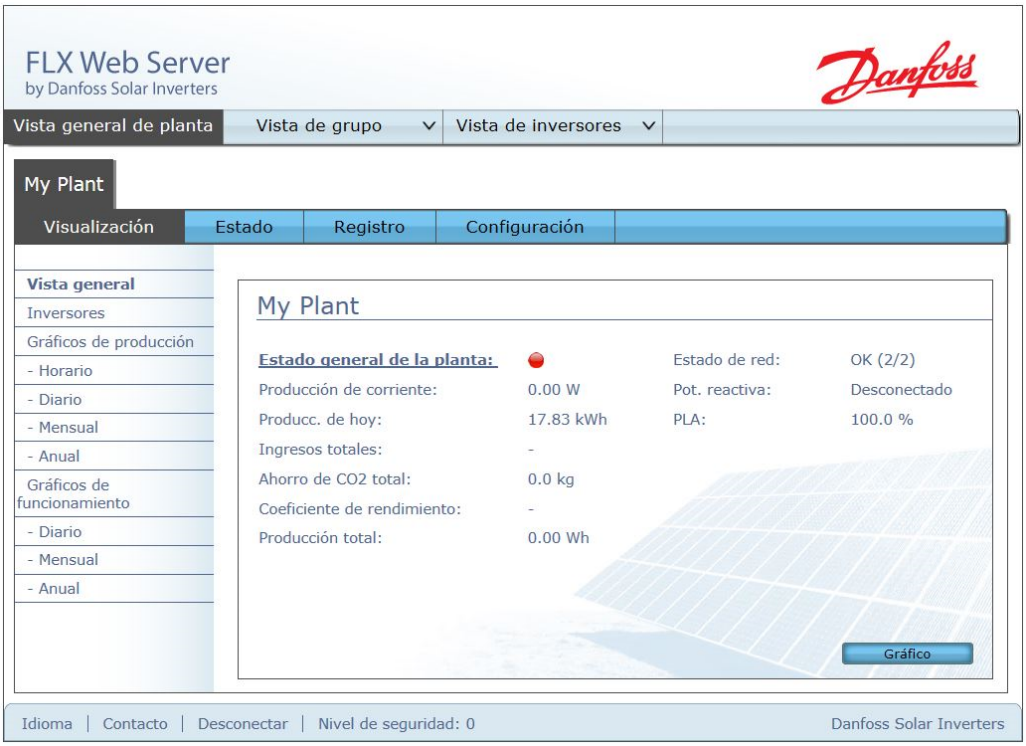


Ilustración 2.18 Estado general de la planta

2.6 Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares abarcan las funcionalidades del inversor que posibilitan el transporte de energía en las redes y contribuyen a la estabilidad de la red. Los servicios auxiliares requeridos para un sistema FV en particular quedan determinados por el punto de conexión (PCC) y el tipo de red a la que está conectado el sistema. El PCC es el punto en el que un sistema FV se conecta a la red eléctrica pública.

En las instalaciones residenciales, los circuitos domésticos y los inversores solares están, normalmente, conectados a la red en un punto común. La instalación forma parte del sistema de distribución de baja tensión (LV). Las instalaciones para el sector comercial cuentan, normalmente, con mayores dimensiones, por lo que se conectan al sistema de media tensión (MT). Los sistemas del sector comercial a gran escala, como las plantas de energía, se pueden conectar a la red de alta tensión (AT).

Cada central de generación cuenta con unos requisitos de red diferentes. Según la ubicación y el operador de red, algunos de estos servicios serán obligatorios y otros, opcionales. Los requisitos obligatorios se configuran automáticamente mediante la elección del código de red seleccionado. El instalador configura los servicios opcionales durante la puesta en marcha.

La gestión de red se puede dividir entre los principales grupos, que se detallarán en los siguientes apartados:

- gestión de red dinámica
- control de la potencia activa
- control de la potencia reactiva

2.6.1 Teoría de la potencia activa / reactiva

El principio para la generación de potencia reactiva consiste en que las fases entre la tensión y la corriente se desplazan de manera controlada.
La potencia reactiva no puede transportar energía consumible, pero genera pérdidas en las líneas eléctricas y los transformadores, por lo que normalmente no es recomendable.
Las cargas reactivas pueden tener naturaleza capacitiva o inductiva, dependiendo de si la corriente se encuentra adelantada o retrasada respecto a la tensión.
A las compañías eléctricas les interesa controlar la potencia reactiva de sus redes, por ejemplo:

- Compensando la carga inductiva mediante la inyección de potencia reactiva capacitiva.
- Controlando la tensión.

Para compensar esto, un generador que intercambia la potencia reactiva actúa con un factor de potencia de retardo, también denominado inductivo, o con un factor de potencia de avance, también denominado capacitivo.

2

La definición técnica de la potencia reactiva, basada en la definición de la potencia aparente, es:

- La potencia activa (P) se mide en vatios [W].
- La potencia reactiva (Q) se mide en voltamperios reactivos [VAr].
- La potencia aparente (S) es el vector suma de P y Q y se mide en voltamperios [VA].
- φ es el ángulo entre la corriente y la tensión y, por tanto, entre P y S.

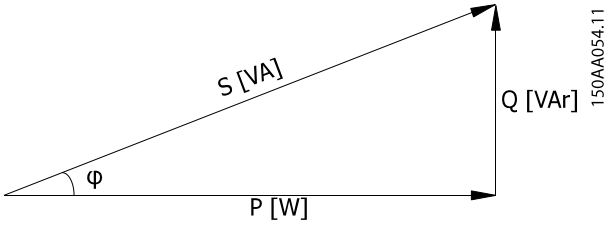


Ilustración 2.19 Potencia reactiva

En el inversor, la potencia reactiva se define de una de estas dos formas:

- **Q**: la cantidad de potencia reactiva como porcentaje de la potencia aparente nominal del inversor.
- **PF, Factor de potencia**[*)]: la relación entre P y S (P/S), también referida como: cos(φ).

*) Factor de potencia de desplazamiento a frecuencia fundamental.

2.7 Información general sobre servicios auxiliares

La siguiente tabla indica los servicios auxiliares individuales.

	FLX Pro
Potencia aparente (S)	
Límite fijo	✓
Potencia activa (P)	
Límite fijo	✓
PLA controlada remotamente	Opción PLA CLX GM[1] CLX Home GM[2] CLX Standard GM[3]
Potencia reactiva (Q)	
Q o PF constantes	✓
Q(U) dinámica	✓[1]
PF(P) dinámico	✓
Q o PF controlados remotamente	Opción PLA CLX GM[1] CLX Home GM[2] CLX Standard GM[3]
Control en bucle cerrado de Q o PF	✓[4]

Tabla 2.2 Gestión de la red

1) Ethernet, máx. 100 inversores por red.

2) RS-485, máx. 3 inversores por red.

3) RS-485, máx. 20 inversores por red.

4) Por productos de terceros.

AVISO!

Consulte los requisitos jurídicos locales antes de cambiar los ajustes de los servicios auxiliares.

2.8 Gestión de red dinámica (FRT)

La tensión de red suele tener una forma de onda suave, pero, en ocasiones, la tensión cae o desaparece durante varios milisegundos. A menudo, esto se debe al cortocircuitado de líneas de sobrecarga o al funcionamiento de equipos de conmutación o similares en la red de alta tensión. En dichos casos, el inversor puede seguir suministrando potencia a la red mediante la función Fault Ride Through (FRT).
El suministro continuo de energía eléctrica a la red es esencial para:

- Ayudar a evitar apagones y estabilizar la tensión de red.
- Aumentar la energía suministrada a la red de CA.

Configuración Zero Current
Para los requisitos especiales del operador de red, está disponible una opción de LVRT Zero Current. No proporciona corriente en situaciones de Fault Ride Through.

El inversor cuenta con una gran inmunidad frente a las perturbaciones de tensión, como se muestra en *2.8.1 Ejemplo: Alemania MV*.

2.8.1 Ejemplo: Alemania MV

Funcionamiento de FRT
Ilustración 2.20 muestra los requisitos que debe cumplir la función Fault Ride Through (FRT). Este ejemplo es para redes alemanas de media tensión.

- **Por encima de la línea 1**
  Para tensiones que sobrepasen la línea 1, el inversor no debe desconectarse nunca de la red durante el Fault Ride Through (FRT).
- **Área A**

El inversor no debe desconectarse de la red para tensiones por debajo de la línea 1 o a la izquierda de la línea 2. En ocasiones, el operador de red permite una breve desconexión. En tal caso, el inversor debe volver a conectarse en un periodo de dos segundos.

- **Área B**
  Se permitirá siempre una breve desconexión de la red a la derecha de la línea 2. El tiempo de reconexión y el gradiente de potencia pueden negociarse con el operador de red.
- **Por debajo de la línea 3**
  Por debajo de la línea 3 no es necesario seguir conectado a la red.

Cuando se produce una desconexión breve de la red,

- el inversor debe volver a conectarse en el plazo de dos segundos;
- la potencia activa tiene que volver a aumentar a una tasa mínima del 10 % de la potencia nominal por segundo.

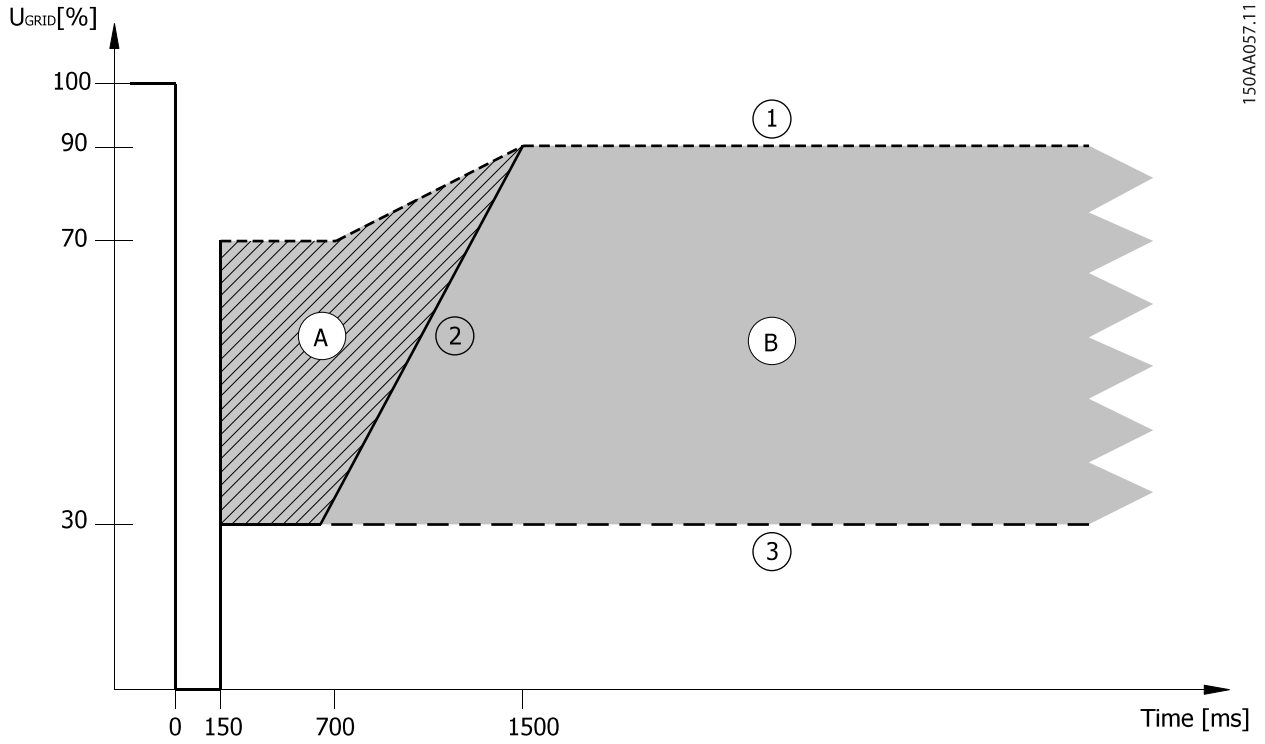


Ilustración 2.20 Ejemplo alemán

AVISO!

Para habilitar la corriente reactiva durante el FRT, seleccione un ajuste de red de media tensión.

2

Parámetros relacionados con el Fault Ride Through (FRT)
Estos parámetros se escogen automáticamente al seleccionar el ajuste de red.

Parámetro	Descripción
Nivel límite superior de FRT	Valor máximo de la tensión de red para accionar el FRT de alta tensión
Nivel límite inferior de FRT	Valor mínimo de la tensión de red para accionar el FRT de baja tensión
Potencia reactiva estática, k	Relación entre la corriente reactiva adicional que debe inyectarse durante el FRT y la profundidad del hueco de tensión, $k = (\Delta I_B/I_N) / (\Delta U/U) \geq 2{,}0$ p.u.
Tiempo de transición	Duración del periodo posterior a que el hueco se haya despejado, en el que sigue inyectándose corriente reactiva.

Tabla 2.3 Parámetros relacionados con el Fault Ride Through (FRT)

Además de permanecer en la red durante el fallo, el inversor puede suministrar corriente reactiva para reforzar la tensión de red.

2.9 control de la potencia activa

La gama de inversores permite el control de potencia activa, que se utiliza para controlar la potencia de salida activa del inversor. A continuación se describen los métodos de control de la potencia de salida activa.

2.9.1 Límite fijo

Para garantizar que el sistema FV no produzca más potencia de la permitida, la potencia de salida puede limitarse a un nivel superior fijo, ajustado como:

- Valor absoluto [W].
- Porcentaje calculado sobre la potencia FV total instalada [%].
- Porcentaje calculado sobre la potencia de salida de CA nominal [%].

2.9.2 Valor dinámico

La potencia de salida se reduce como una función de la frecuencia de red. Hay dos métodos para reducir la potencia de salida: rampa e histéresis. El ajuste de red determina el método que se aplica en una instalación determinada.

Control de frecuencia primaria: método de rampa
El inversor reduce la potencia de salida si la frecuencia de red supera el valor f_1. Dicha reducción se produce a una tasa preconfigurada, que se corresponde con la rampa (R) que se muestra en *Ilustración 2.21*.

Cuando la frecuencia alcanza el valor f_2, el inversor se desconecta de la red. Cuando la frecuencia disminuye por debajo de f_2, el inversor se vuelve a conectar a la red y refuerza la potencia en la misma proporción que para la reducción.

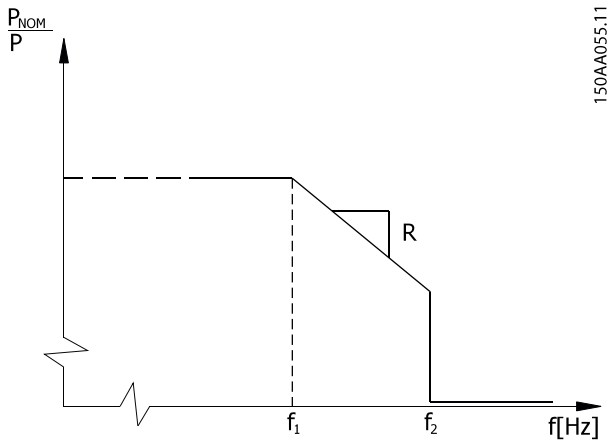


Ilustración 2.21 Control primario de la frecuencia: método de rampa

Control primario de la frecuencia: método de histéresis
Para apoyar la estabilización de la red, el inversor reduce la potencia de salida si la frecuencia de red supera f_1. Dicha reducción se produce a una tasa preconfigurada, que se corresponde con la rampa (R) que se muestra en *Ilustración 2.22*. La reducción del límite de potencia de salida se mantiene hasta que la frecuencia de red disminuye a f_2. Cuando la frecuencia de red disminuye hasta f_2, la potencia de salida del inversor vuelve a subir siguiendo una rampa de tiempo T. Si la frecuencia de red continua aumentando, el inversor se desconecta en f_3. Cuando la frecuencia disminuye por debajo de f_2, el inversor se vuelve a conectar a la red y refuerza la potencia en la misma proporción que para la reducción.

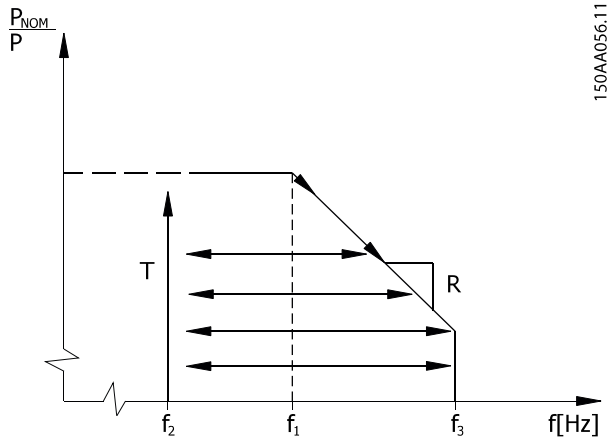


Ilustración 2.22 Control primario de la frecuencia: método de histéresis

2.9.3 Ajuste del nivel de potencia de salida mediante control remoto

El inversor permite realizar un ajuste por control remoto del nivel de potencia de salida. Esta función se denomina ajuste del nivel de potencia (PLA). El control de la potencia puede ser realizado bien por el inversor, bien mediante los productos de monitorización y de gestión de red CLX o dispositivos externos de terceros.

Cuando utilice la función master para gestionar el control del nivel de potencia de salida, se necesita la opción PLA o Danfoss CLX GM como dispositivo de interfaz entre la interfaz de señal del operador de red (receptor de radio) y el inversor. El inversor master puede configurarse para interpretar la información de la señal del operador de red y distribuirá automáticamente el nivel de potencia de salida solicitado (PLA) a todos los followers de la red. Consulte *Ilustración 2.23*.

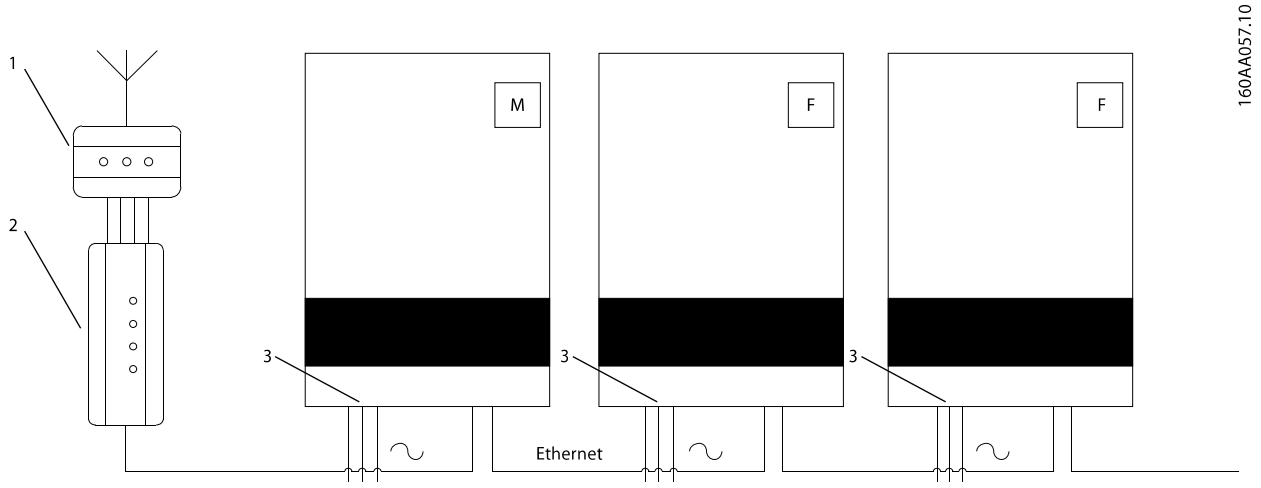


Ilustración 2.23 Ejemplo: gestión de servicios auxiliares

1	Interfaz del operador de red (receptor de radio)
2	Danfoss CLX GM
3	Punto de medición

FLX con productos de monitorización y de gestión de red CLX o dispositivos externos de terceros
Basados en la entrada de una interfaz de señal de operador de red, los productos de monitorización y de gestión de red CLX o los dispositivos externos de terceros envían comandos PLA directamente al inversor, p. ej., mediante la interfaz RS-485. A continuación, cada inversor utiliza esta información para determinar su límite de potencia de salida. Tanto estos productos Danfoss como los de terceros están disponibles para control externo (si desea obtener más información sobre los productos correspondientes, consulte los manuales del proveedor). Consulte *Ilustración 2.24*.

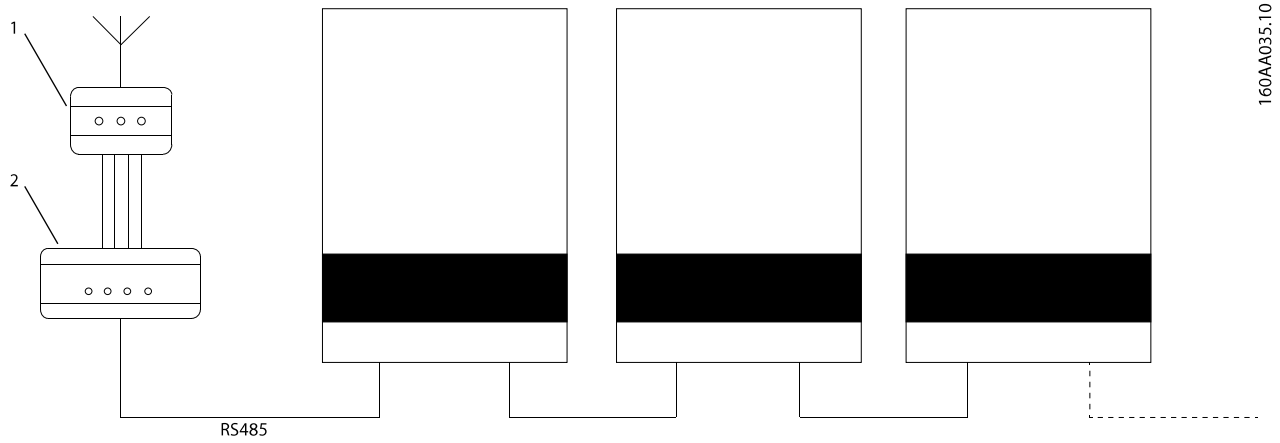


Ilustración 2.24 Ejemplo: gestión de la potencia con productos de monitorización y de gestión de red CLX o dispositivos externos de terceros

1	Interfaz del operador de red (receptor de radio)
2	Productos para monitorización y gestión de red CLX o dispositivos de terceros

Configuración
La potencia de salida controlada remotamente se configura en los productos de monitorización y de gestión de red CLX o en los dispositivos de terceros. Consulte el manual del producto CLX o del dispositivo de terceros.

2.10 Potencia reactiva

Los inversores de la serie FLX permiten el control de la potencia reactiva, que se utiliza para controlar la potencia reactiva a la salida del inversor.

En los dos modos de funcionamiento descritos a continuación, las funciones de control de la potencia reactiva no pueden estar en funcionamiento, lo que conlleva un intercambio de potencia reactiva:

- El inversor no suministra potencia a la red pero permanece conectado a la misma: los componentes de filtrado LCL, de filtrado de compatibilidad electromagnética (CEM) y la fuente de alimentación contribuyen al intercambio de potencia reactiva.
- El inversor no está conectado a la red, por lo tanto, solo la fuente de alimentación contribuye al intercambio de potencia reactiva con 6 VAr.

2.10.1 Valor constante

El inversor se puede configurar para proporcionar un valor de potencia reactiva fijo mediante una de las formas indicadas a continuación:

- Apagado.
- Potencia reactiva constante Q.
- Factor de potencia constante PF.

Apagado
El inversor no utilizará sus valores internos para ajustar la potencia reactiva, sino que se puede utilizar un punto de ajuste determinado por comando externo. Los inversores FLX son compatibles con distintos dispositivos de gestión de red de terceros capaces de gestionar la potencia reactiva Seleccione el «tipo de punto de ajuste» como «Desconectado» De este modo, el inversor podrá aceptar el punto de ajuste de PF y Q que le transmita un dispositivo externo a través de RS-485.

Potencia reactiva constante Q
El inversor suministrará energía con un nivel fijo de potencia reactiva, que se especifica como un porcentaje de la potencia nominal aparente (S) del inversor. El valor de la potencia reactiva constante Q puede ser cualquier valor dentro del intervalo del 60 % (capacitivo) al 60 % (inductivo). El valor puede ser mantenido a partir del 3 % de la potencia nominal.

Factor de potencia constante PF
El factor de potencia constante especifica una relación fija entre la potencia activa y la aparente (P/S), es decir, un Cos (φ) fijo. El factor de potencia PF puede ser cualquier valor dentro del intervalo entre 0,8 (capacitivo) y 0,8 (inductivo). La potencia reactiva generada por el inversor depende, por lo tanto, de la potencia activa generada.

Ejemplo:

- PF = 0,9.
- Potencia activa generada (P) = 10,0 kW.
- Potencia aparente (S) = 10,0/0,9 = 11,1 kVA.

- Potencia reactiva (Q) = $\sqrt{(11,1^2-10,0^2)}$ = 4,8 kVAr.

2.10.2 Valor dinámico

En función del control necesario, se puede realizar:

- directamente en el inversor a través del inversor master o
- mediante el producto de monitorización y gestión de red CLX o
- mediante un dispositivo de terceros.

Curva de punto de ajuste PF(P)
La curva PF(P) puede ser preconfigurada en cada inversor (mediante el ajuste de red seleccionado) o configurada manualmente en la interfaz web. De este modo, el control PF(P) funcionaría a nivel del inversor, midiendo la potencia de salida de la unidad y proporcionando una potencia reactiva en consecuencia. Consulte *Ilustración 2.23*.

Curva de punto de ajuste Q(U)
El inversor controla la potencia reactiva en función de la tensión de red U. Los valores de la curva de consigna vienen determinados por la compañía eléctrica local y deben ser acordados con ella. La curva Q(U) se configura a nivel de planta. El master mide la tensión de red y determina y suministra el valor de P(Q) en consecuencia. El valor Q se envía a todos los followers de la red. Consulte *Ilustración 2.23*.

2.10.3 Ajuste por control remoto de la potencia reactiva

Todos los inversores permiten un ajuste de la potencia reactiva mediante control remoto.

Inversor de la serie FLX
Cuando utilice la función master para gestionar el control de la potencia reactiva, se necesitará el CLX GM de Danfoss o la opción interna PLA como dispositivo de interfaz entre la interfaz de señal del operador de red (receptor de radio) y el inversor master. El inversor master puede configurarse para interpretar el comando del operador de red y distribuirá automáticamente el punto de ajuste de potencia reactiva solicitado a todos los followers de la red. Consulte *Ilustración 2.23*. Si desea obtener más información, consulte el *Manual del usuario* de Danfoss CLX GM.

FLX con productos de monitorización y de gestión de red CLX o dispositivos de terceros
Basándose en los comandos de la interfaz de señal del operador de red, un dispositivo externo envía comandos de potencia reactiva directamente al inversor, p. ej., mediante la interfaz RS-485. A continuación, cada inversor utiliza esta información para determinar su nivel de potencia reactiva. Tanto Danfoss como los productos de terceros está disponibles para control externo. Consulte *Ilustración 2.24*. Si desea obtener más información sobre los dispositivos correspondientes, consulte los manuales del proveedor.

Configuración
El control remoto de la potencia reactiva se configura en los dispositivos de monitorización y gestión de red CLX o en los dispositivos de terceros. Consulte el manual del dispositivo de monitorización y gestión de red CLX o del dispositivo de terceros.

2.11 Valores de reserva

Cuando se selecciona el control remoto de la potencia activa o reactiva como valor de referencia del inversor, pueden utilizarse valores de reserva fijos en caso de fallo de comunicación:

- entre el inversor master y la opción PLA o
- entre el inversor master y el CLX GM de Danfoss o
- entre el inversor master y el inversor follower.

Esta función estará disponible a partir de la versión 2.10 del software.

3 Preparación del sistema

3

3.1 Introducción

La finalidad de este apartado es facilitar información general para preparar la incorporación del inversor al sistema FV:

- Diseño del sistema FV, incluyendo la conexión a tierra.
- Requisitos de conexión a la red de CA; incluyendo la elección de la protección del cableado de CA.
- Condiciones ambientales, como la ventilación.

3.2 Lado de CC

3.2.1 Requisitos para la conexión FV

Las especificaciones de entrada nominal / máxima por entrada FV y total se muestran en la *Tabla 3.1*.

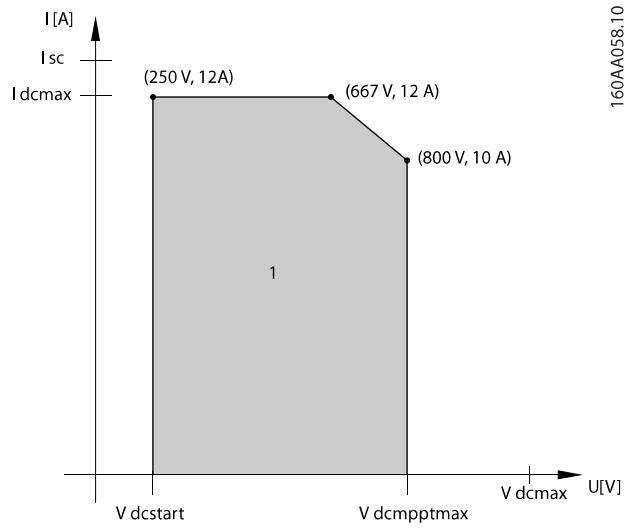
Para evitar cualquier tipo de daño en el inversor, se deben respetar los límites de la tabla cuando se configure el campo FV.

Para cualquier referencia o recomendación acerca de la configuración del campo FV, acorde con la capacidad del inversor indicada a continuación, consulte *3.2.2 Definición del factor de dimensionamiento del campo FV*.

Parámetro	Serie FLX								
	5	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**12.5**	**15**	**17**
Número de entradas FV	3								
Tensión de entrada máxima, circuito abierto ($V_{ccmáx.}$)	1000 V								
Tensión MPP mínima ($V_{Vccarr.}$ Tensión de activación en CC) *)	250 V								
Tensión MPP máxima ($V_{mppmáx.}$)	800 V								
Corriente de entrada máxima / nom. ($I_{ccmáx.}$)	12 A por entrada FV								
Corriente máxima de cortocircuito (I_{sc})	13,5 A por entrada FV								
Potencia FV máx. / nom. por MPPT ($P_{mpptmáx.}$)	5,2 kW	6,2 kW	7,2 kW	8 kW					
Potencia de entrada FV convertida máx. / nom., total ($\Sigma P_{mpptmáx}$)	5,2 kW	6,2 kW	7,2 kW	8,3 kW	9,3 kW	10,4 kW	12,9 kW	15,5 kW	17,6 W

Tabla 3.1 Condiciones de funcionamiento FV

*) *Para configuraciones asimétricas, prevea una tensión de apagado de 220 V. Consulte Tabla 5.1 y Tabla 5.2.*



1	Intervalo de funcionamiento por seguidor MPP

Ilustración 3.1 Intervalo de funcionamiento por seguidor MPP

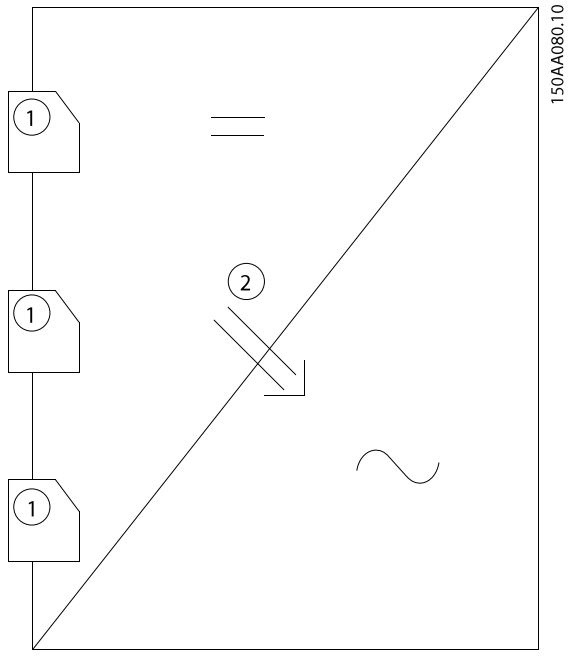
Tensión de circuito abierto máxima
La tensión de circuito abierto de las ramas FV no debe exceder el límite máximo de tensión de circuito abierto del inversor. Compruebe el valor de la tensión de circuito abierto a la temperatura mínima de funcionamiento del módulo FV. Si la temperatura de funcionamiento del módulo no está bien definida, compruebe los procedimientos locales de diseño. Compruebe, además, que no se supere la tensión máxima del sistema de los módulos FV. Utilizando cadenas largas se logra la máxima eficiencia del inversor.
Los módulos de capa fina están sujetos a requisitos especiales. Consulte *3.2.3 Capa fina*.

Tensión MPP
La tensión MPP de la cadena debe encontrarse dentro del rango de funcionamiento del MPPT del inversor, definido por la tensión MPP de funcionamiento mínima (250 V) y la máxima (800 V), para todo el rango de posibles temperaturas de los módulos FV.
Para utilizar la gama completa, deben considerarse disposiciones asimétricas con tensión de arranque de 250 V para al menos una cadena. Es ese caso, el seguidor MPP permanece activo hasta una tensión de apagado de 220 V.

Corriente de cortocircuito
La corriente de cortocircuito máxima (I_{sc}) no debe exceder el máximo absoluto que el inversor puede soportar. Compruebe el valor de corriente de cortocircuito a la temperatura máxima de funcionamiento del módulo FV.

Tenga en cuenta los límites de potencia para entradas FV individuales. En cualquier caso, la potencia de entrada será limitada por la potencia de entrada FV máxima convertida, total ($\Sigma P_{mpptmáx.}$), y no por la suma de las potencias de entrada FV máxima de cada MPPT ($P_{mpptmáx.1} + P_{mpptmáx.2} + P_{mpptmáx.3}$).

Potencia de entrada FV convertida máx. / nom., total
Los 2 o 3 seguidores MPP pueden gestionar más potencia de la que el inversor puede convertir. El inversor limitará la entrada de potencia al cambiar el MPP cuando se disponga de un excedente de potencia FV.
Para obtener más información sobre el sobredimensionamiento FV y sus consecuencias, consulte *3.2.2 Definición del factor de dimensionamiento del campo FV*.



1	Rango de funcionamiento de cada seguidor MPP individual
2	$\Sigma_{mpptmáx.}$, convertida

Ilustración 3.2 Potencia de entrada FV convertida máx. / nom., total

Polaridad inversa
El inversor está protegido contra una polaridad inversa y no generará ninguna potencia hasta que la polaridad sea correcta. La polaridad inversa no daña el inversor ni los conectores.

⚠PRECAUCIÓN

Acuérdese de desconectar el interruptor de carga FV antes de corregir la polaridad.

Resistencia a tierra del campo FV
La monitorización de la resistencia a tierra del campo FV ha sido implementada para todos los ajustes de red, ya que suministrar energía a la red con una resistencia de aislamiento demasiado baja podría dañar tanto el inversor

3

como los módulos FV. Los módulos FV diseñados según la norma IEC 61215 están homologados únicamente para una resistencia específica de, como mínimo, 40 MΩ*m^2. Por lo tanto, para una planta eléctrica de 24 kW con un 14 % de eficiencia del módulo FV, el área total de los módulos es de 171 m^2, lo que a su vez produce una resistencia mínima de 40 MΩ*m^2 / 171 m^2 = 234 kΩ.
El diseño FV debe estar dentro del límite requerido del ajuste de red escogido. Consulte *2.3.4 Inversor internacional*.

Conexión a tierra
No es posible conectar a tierra ninguno de los terminales de los strings FV. Sin embargo, podría ser obligatorio conectar a tierra todos los materiales conductores, por ejemplo, el sistema de montaje, para respetar los códigos generales para las instalaciones eléctricas.

Conexión en paralelo de strings FV
Las entradas FV del inversor se pueden conectar en paralelo externamente. Las ventajas e inconvenientes de la conexión en paralelo son:

- **Ventajas**
  - Flexibilidad de disposición.
  - La conexión en paralelo permite aplicar un único cable bipolar desde el string FV hasta el inversor (reduce los costes de instalación).
  - La conexión en paralelo permite utilizar un único cable en distancias largas (reduce los costes de cableado).
  - Aumenta las posibilidades de disposición para aplicar un mayor sobredimensionamiento.
- **Inconvenientes**
  - No es posible monitorizar cada cadena individual por separado.
  - Es posible que sean necesarios fusibles y diodos de cadena para evitar riesgos de corrientes inversas.

Después de haberse realizado la conexión física, el inversor lleva a cabo una verificación automática de la configuración FV y se autoconfigura en consecuencia.

Si la configuración de la entrada FV está ajustada en «automático» (ajuste predeterminado), el inversor detectará automáticamente las cadenas paralelas e individuales tal y como se ha descrito.

Si la configuración de la entrada FV está ajustada en «manual», el usuario deberá configurar cada entrada FV en paralelo o individual de acuerdo con el cableado real.

En los siguientes gráficos se facilitan ejemplos de diferentes configuraciones en modo paralelo. **Todos los gráficos están simplificados, por lo que solo se muestra una de las dos polaridades FV. Por consiguiente, en la implementación es necesario duplicar la cantidad de cables.**

La siguiente leyenda se aplica a todas las ilustraciones en modo paralelo de este apartado.

1	Inversor
2	Cable
3	Módulos FV
4	4 cadenas en paralelo (o 3)
5	1 cadena (o 2 en paralelo)

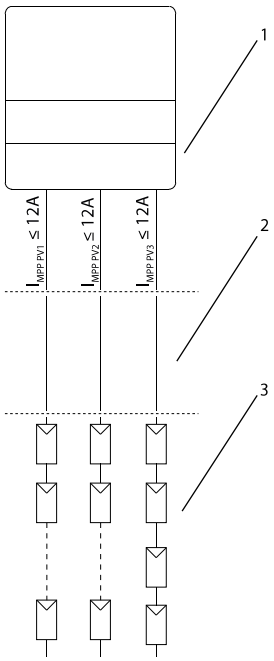


Ilustración 3.3 Caso 1: configuración individual

Conexión directa de los módulos FV al inversor. Las configuraciones asimétricas son posibles:

- Diferentes longitudes de cadena conectadas a cada entrada.
- Módulos diferentes conectados a cada entrada (mismos tipos por cadena).
- Orientación de los módulos diferente para cada entrada.

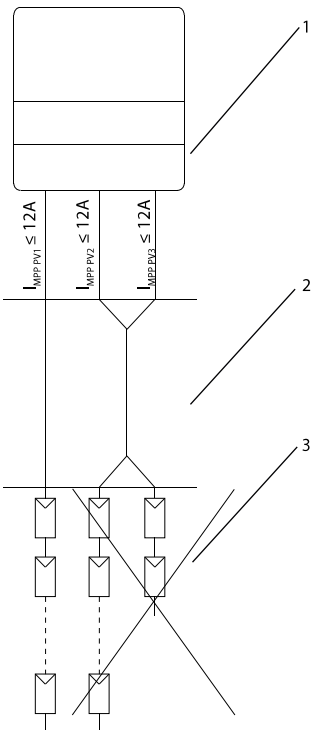


Ilustración 3.4 ¡No está permitido!

Las configuraciones asimétricas en modo paralelo no están permitidas en ningún caso.

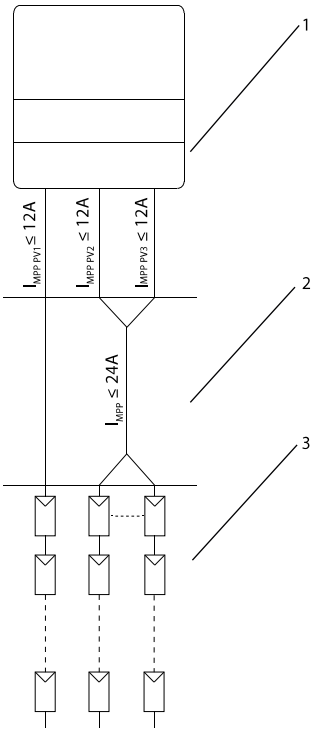


Ilustración 3.5 Caso 2: conexión en paralelo, manteniendo 2 seguidores independientes

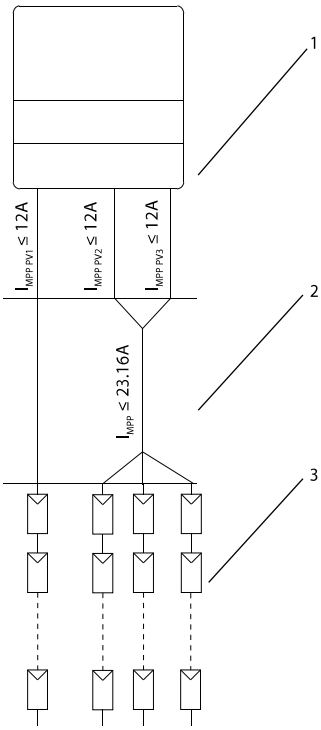


Ilustración 3.6 Caso 2, ejemplo 1: conexión en paralelo, manteniendo 2 seguidores independientes

Con esta configuración, se pueden mantener 2 seguidores independientes.

En función de la corriente de los módulos, puede haber más de 2 cadenas en paralelo mediante un sencillo divisor de corriente o un conector en Y.

- Idénticas longitudes de cadena en FV1 y FV2.
- Longitudes de cadena más cortas en FV3 y uso de diferentes módulos o de diferentes orientaciones de estos.

Este es un ejemplo con módulos de células de 6 in. Cada planta debe ser diseñada ad hoc y se deben tener en cuenta tanto las características específicas de las células solares como las condiciones ambientales.

Con esta configuración, se pueden mantener 2 seguidores independientes.

En esta configuración, podría ser necesario utilizar una caja de paralelos externa y fusibles de cadena.

Cadena con módulos de células de 6 in en paralelo:
23 módulos, V_{oc} = 1000, I_{MPP} = 7,72 A, P = 5,29 kWp por cadena.

Potencia total: 4 × 23 × 230 Wp = 21,2 kWp (factor de dimensionamiento del 124,5 % para FLX 17). 7,9 kWp por MPPT en MPPT 2 y 3 (STC). 5,3 kWp en MPPT 1.

Pocos módulos están disponibles para su utilización en este tipo de configuración.

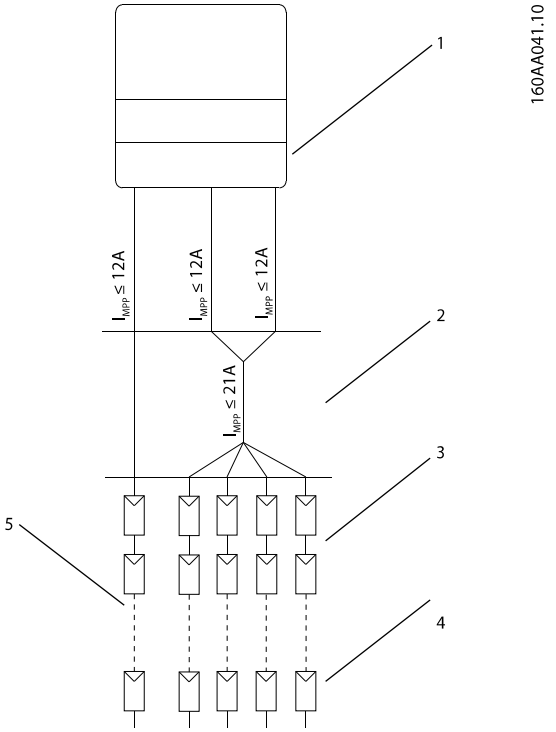


Ilustración 3.7 Caso 2, ejemplo 2: conexión en paralelo, manteniendo 2 seguidores independientes

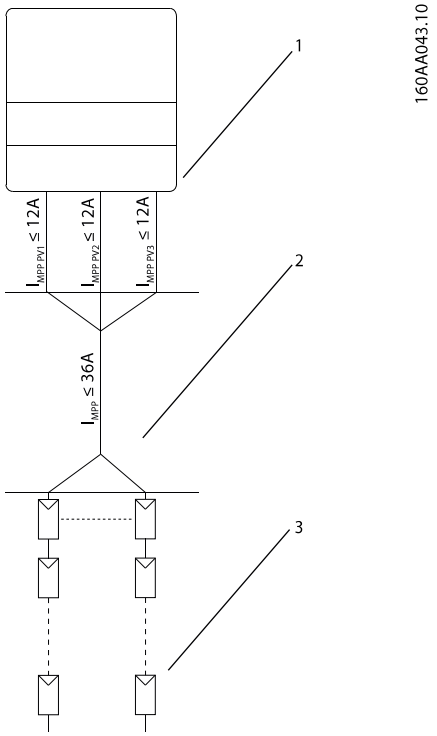


Ilustración 3.8 Caso 3: conexión en paralelo con un único seguidor MPPT

Este es un ejemplo con módulos de células de 5 in. Cada planta debe ser diseñada ad hoc y se deben tener en cuenta tanto las características específicas de las células solares como las condiciones ambientales.

En esta configuración, podría ser necesario utilizar una caja de paralelos externa y fusibles de cadena.

Cadena con módulos de células de 5 in en paralelo:
18 módulos, V_{oc} = 1000, I_{nom} = 5,25 A, I_{sc} = 5,56 A,
P = 3,51 kWp por cadena.

Módulos utilizados: 195 Wp (módulos de alto rendimiento) entre células de 5 in. Son posibles 4 cadenas de 19 módulos (3,71 kWp por cadena). En paralelo y una cadena individual. Pico de potencia máx.:
5 × 19 × 195 = 18,53 kWp (factor de dimensionamiento del 130 % para FLX 17).

En función de la corriente de los módulos, pueden existir más de 2 cadenas en paralelo.

En esta configuración se podrían necesitar fusibles si se superase la corriente inversa máxima permitida para los módulos FV (normalmente 3 o más cadenas en paralelo con módulos de 60 células de 6 in).

En esta configuración es necesaria una caja de paralelos externa.

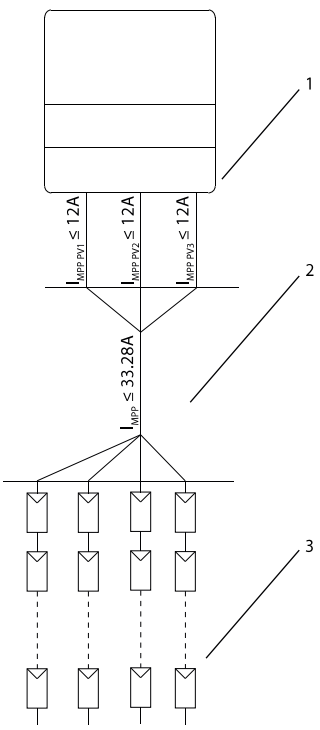


Ilustración 3.9 Caso 3, ejemplo 1: conexión en paralelo con un único seguidor MPPT

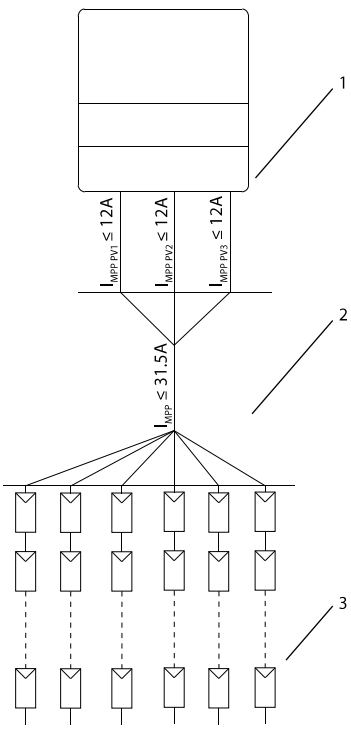


Ilustración 3.10 Caso 3, ejemplo 2: conexión en paralelo con un único seguidor MPPT

Este es un ejemplo con módulos de células de 6 in. Cada planta debe ser diseñada ad hoc y se deben tener en cuenta tanto las características específicas de las células solares como las condiciones ambientales.

En esta configuración es necesaria una caja de paralelos externa. Se podrían necesitar fusibles.

Cadena en paralelo: células de 6 in: 23 módulos, V_{oc} = 1000, I_{MPP} = 8,32 A, P = 5,75 kWp por cadena.

Potencia del módulo del ejemplo: 250 Wp. En esta configuración existen 7,7 kWp por MPPT. (23 kWp; factor de dimensionamiento del 135 % para FLX 17).

Este es un ejemplo con módulos de células de 5 in. Cada planta debe ser diseñada ad hoc y se deben tener en cuenta tanto las características específicas de las células solares como las condiciones ambientales.

En esta configuración es necesaria una caja de paralelos externa. Se podrían necesitar fusibles.

Cadena en paralelo: células de 5 in: 18 módulos, V_{oc} = 1000, I_{nom} = 5,25 A, P = 3,51 kWp por cadena.

Módulos utilizados: 195 Wp (módulos de alto rendimiento) entre células de 5 in. Son posibles 6 cadenas de 19 módulos (3,7 kWp por cadena). Pico de potencia máx.: 6 × 19 × 195 Wp = 22,23 kWp (factor de dimensionamiento del 130 % para FLX 17).

Dimensiones y diseño del cable FV
La pérdida de potencia en los cables FV no debe superar el 1 % del valor nominal, para evitar pérdidas. Para un string de 6000 W a 700 V, esto corresponde a una resistencia máxima de 0,98 Ω. Si se utiliza un cable de aluminio (4 mm^2 → 4,8 Ω/km, 6 mm^2 → 3,4 Ω/km), la longitud máxima para un cable de 4 mm^2 es de aproximadamente 200 m y para un cable de 6 mm^2, de aproximadamente 300 m. La longitud total se define como dos veces la distancia física entre el inversor y el string FV más la longitud del cableado FV incluido en los módulos. Evite realizar bucles en los cables de CC, ya que estos pueden actuar como antena del ruido emitido por el inversor. Los cables con polaridad positiva y negativa deben colocarse en paralelo con el menor espacio posible entre sí. Esto también reduce la tensión inducida en caso de descarga eléctrica y disminuye el riesgo de daños.

CC		Máx. 1000 V, 12 A
Longitud del cable	4 mm^2 –4,8 Ω/km	<200 m*
Longitud del cable	6 mm^2 –3,4 Ω/km	>200-300 m*

Tabla 3.2 Especificaciones de los cables

** La distancia entre el inversor y el string FV y viceversa, más la longitud total del cableado entre módulos.*

3.2.2 Definición del factor de dimensionamiento del campo FV

A la hora de determinar el factor de dimensionamiento del sistema FV, se recomienda realizar un análisis específico, especialmente en el caso de instalaciones FV de gran tamaño. Las claves para elegir el factor de dimensionamiento se pueden determinar en función de las condiciones locales, por ejemplo:

- Clima
- Legislación
- Precio del sistema

Para seleccionar la configuración / factor de dimensionamiento óptimos, es preciso realizar un análisis de la inversión. Los factores de dimensionamiento elevados suelen reducir los costes específicos de inversión (€/kWp), pero podrían tener una producción energética específica menor (kWh/kWp), debido a las pérdidas por reducción de potencia del inversor (debido a exceso de potencia CC o sobrecalentamiento) y, por lo tanto, menores ingresos.

Factores de dimensionamiento menores pueden dar lugar a mayores costes de inversión. Sin embargo, la producción energética específica es potencialmente mayor debido a que no existen pérdidas por reducción de potencia o son muy pequeñas.

Suelen ser comunes las instalaciones en regiones con niveles de irradiancia superiores a 1000 W/m^2. Si no se espera una temperatura ambiente elevada durante los picos de irradiancia, estas instalaciones deben tener niveles menor factor de dimensionamiento que las instalaciones en regiones donde este nivel de irradiancia es poco frecuente.

Se debe considerar un factor de dimensionamiento menor en el caso de los sistemas de seguimiento, ya que estos sistemas permiten unos niveles de irradiancia elevados y más frecuentes. Además, debe considerarse la reducción de potencia debido al sobrecalentamiento del inversor en los sistemas de seguimiento en climas cálidos. Esta también podría reducir el factor de dimensionamiento recomendado.

FLX admite diferentes factores de dimensionamiento. Cada entrada FV puede admitir hasta 8000 W, con una corriente máxima de cortocircuito de 13,5 A, una corriente MPP de 12 A y una tensión de circuito abierto de 1000 V CC.

3.2.3 Capa fina

El uso de inversores de la serie FLX con módulos de capa fina ha sido aprobado por algunos fabricantes. Puede encontrar las declaraciones y aprobaciones en www.danfoss.com/solar. Si no hay ninguna declaración disponible para el módulo de su elección, es importante que obtenga la aprobación del fabricante del módulo antes de instalar módulos de capa fina con los inversores. Los circuitos de potencia en el lado FV de los inversores se basan en un convertidor de refuerzo asimétrico inverso y en un bloque de condensadores bipolar. El potencial negativo de los strings FV a tierra es, por tanto, bastante más bajo en comparación con otros inversores sin transformador.

⚠PRECAUCIÓN

En algunos tipos de módulos de capa fina, la tensión del módulo durante la degradación inicial puede ser más elevada que la tensión nominal de la hoja de datos. Esto se debe tener en cuenta al realizar el diseño del sistema FV, ya que una tensión de CC excesiva puede dañar el inversor. La corriente del módulo también puede situarse por encima del límite de corriente del inversor durante la degradación inicial. En este caso, el inversor reduce la potencia de salida en consecuencia, lo que da lugar a una menor producción energética. Por tanto, al realizar el diseño, es importante tener en cuenta las especificaciones del inversor y del módulo tanto antes como después de la degradación inicial.

3

3.2.4 Protección contra sobretensión interna

El inversor se fabrica con una protección contra sobretensiones interna tanto en el lado de CA como en el FV. Si el sistema FV está instalado en un edificio con un sistema de protección pararrayos, el sistema FV debe estar adecuadamente incluido en dicho sistema de protección. El propio inversor no incluye SDP. Los varistores del inversor están conectados entre los cables de fase y el neutro y entre los terminales positivo y negativo en el lado FV. Existe otro varistor entre el neutro y la tierra.

Punto de conexión	Categoría de sobretensión según EN50178
Lado de CA	Categoría III
Lado de FV	Categoría II

Tabla 3.3 Categoría de sobretensión

⚠PRECAUCIÓN

Cuando se monte el inversor sobre una superficie metálica con conexión a tierra, es preciso asegurarse de que el punto de conexión a tierra del inversor y la placa de montaje estén conectados directamente. De no ser así, el inversor podría sufrir daños materiales por la formación de arco eléctrico entre la placa de montaje y su carcasa.

Descripción de la función de protección contra sobretensión FV
La protección contra sobretensión FV es una característica que protege activamente el inversor de cualquier sobretensión. La protección es independiente de la conexión de red y permanece activa siempre y cuando el inversor esté completamente operativo.
Durante el funcionamiento normal, la tensión MPP será de entre 220 y 800 V y la protección contra sobretensión FV permanecerá inactiva. Si el inversor se desconecta de la red, la tensión FV se encontrará en una situación de circuito abierto (sin seguimiento de MPP). En estas condiciones y si la irradiación es alta y la temperatura del módulo es baja, la tensión puede aumentar y superar los 900 V, pudiendo afectar negativamente al inversor. En esta situación, se activará la protección contra sobretensión.
Cuando la protección contra sobretensión FV se activa, la tensión de entrada prácticamente se cortocircuita y se reduce a aproximadamente 5 V, lo que deja potencia suficiente para suministrar energía a los circuitos internos. La reducción de la tensión de entrada se realiza en 1,0 ms. Cuando se restablecen las condiciones de red normales, el inversor abandona la protección contra sobretensión FV, haciendo que la tensión MPP vuelva a situarse en el intervalo 220-800 V.

Protección contra sobretensión intermedia
Durante el arranque (antes de que el inversor se conecte a la red) y mientras la energía FV está cargando el circuito intermedio, puede activarse la protección contra sobretensión para evitar una sobretensión en el circuito intermedio.

3.2.5 Gestión térmica

Todas las unidades electrónicas de potencia generan un exceso de calor, que se debe controlar y eliminar para evitar posibles daños y obtener una gran fiabilidad y una larga vida útil. La temperatura en torno a componentes clave como los módulos de potencia integrados se mide constantemente para proteger el sistema electrónico de un posible sobrecalentamiento. Si la temperatura supera los límites, el inversor reduce la potencia de entrada para mantener la temperatura a un nivel seguro.
El concepto de gestión térmica del inversor se basa en el enfriamiento forzado mediante ventiladores de velocidad controlada. Los ventiladores se controlan electrónicamente y solo se ponen en marcha cuando es necesario. La parte trasera del inversor está diseñada como un disipador térmico que elimina el calor generado por los semiconductores eléctricos en los módulos de potencia integrados. Además, las partes magnéticas se ventilan de forma forzada.
A grandes alturas, la capacidad de refrigeración del aire se ve reducida. El control del ventilador intentará compensar la refrigeración reducida. En altitudes superiores a 1000 m, es preciso considerar la reducción de potencia del inversor en la planificación de la disposición del sistema para evitar la pérdida de energía.

Altitud	**2000 m**
Carga máxima del inversor	95%

Tabla 3.4 Compensación por altitud

AVISO!

La protección PELV es efectiva únicamente hasta 2000 m por encima del nivel del mar.

Hay que tener en cuenta otros factores relacionados con la altura, como el aumento de la irradiación.

Optimice la fiabilidad y vida útil montando el inversor en una ubicación con temperatura ambiente baja.

AVISO!

Para calcular la ventilación, utilice una disipación térmica máxima de 600 W por inversor.

3.2.6 Simulación de FV

Póngase en contacto con el proveedor antes de conectar el inversor a una fuente de alimentación para realizar pruebas, como la simulación de FV. El inversor tiene funcionalidades integradas que pueden afectar a la fuente de alimentación.

3.3 Lado de CA

3.3.1 Requisitos para la conexión de CA

¡PRECAUCIÓN

Respete siempre las normativas locales.

Los inversores se han diseñado con interfaz de red de CA trifásica, neutra y con conexión a tierra protectora para que funcionen en las siguientes condiciones:

Parámetro	Nominal	Mín.	Máx.
Tensión de red, fase - neutro	230 V ±20 %	184 V	276 V
Frecuencia de red	50 Hz ±10 %	45 Hz	55 Hz

Tabla 3.5 Condiciones de funcionamiento de CA

Cuando elija el ajuste de red, los parámetros anteriores se verán delimitados para el cumplimiento de la normativa de aplicación.

Sistemas de conexión a tierra
Los inversores pueden funcionar con los sistemas TN-S, TN--C, TN-C-S y TT.

AVISO!

Cuando se necesite un RCD externo además de una RCMU integrada, esta deberá ser de 300 mA tipo RCD para evitar la desconexión. Los sistemas TI no son compatibles.

AVISO!

Compruebe que no hay diferencias entre el potencial de la conexión a tierra de todos los inversores cuando utilice una conexión a tierra TN-C, para evitar corrientes a tierra en el cable de comunicación.

3.3.2 Dimensionamiento de circuitos externos

No se debe aplicar carga de consumo entre el disyuntor de la red eléctrica y el inversor. El fusible del cable podría no reconocer una sobrecarga del cable. Consulte *2.3.1 Funcionalidades generales*. Utilice siempre fusibles separados para las cargas de consumo. Utilice disyuntores exclusivos con función de interruptor de carga para la conmutación de carga. Los fusibles roscados de tipo «Diazed» o «Neozed» no son apropiados como interruptores de carga. El portafusibles puede verse dañado si es desmontado en carga. Utilice el interruptor de carga FV para apagar el inversor antes de extraer o cambiar los fusibles.
La selección del calibre del interruptor de la red eléctrica depende del diseño del cableado (área transversal del cableado), del tipo de cable, del método de cableado, de la temperatura ambiente, del valor nominal de corriente del inversor, etc. El autocalentamiento o la exposición al calor podrían conllevar la reducción del valor nominal de corte del disyuntor.
Para conocer las especificaciones del circuito de la red eléctrica, consulte *5.5 Especificaciones del circuito de la red eléctrica*.
Para obtener información sobre los requisitos del cableado, consulte *5.6 Especificaciones de los cables*.

3.3.3 Impedancia de red

La impedancia de red debe respetar las especificaciones para evitar la desconexión involuntaria de la red o la reducción de potencia de salida. Asegúrese de que las dimensiones del cable son las adecuadas para evitar pérdidas. Tenga en cuenta la tensión en vacío en el punto de conexión.

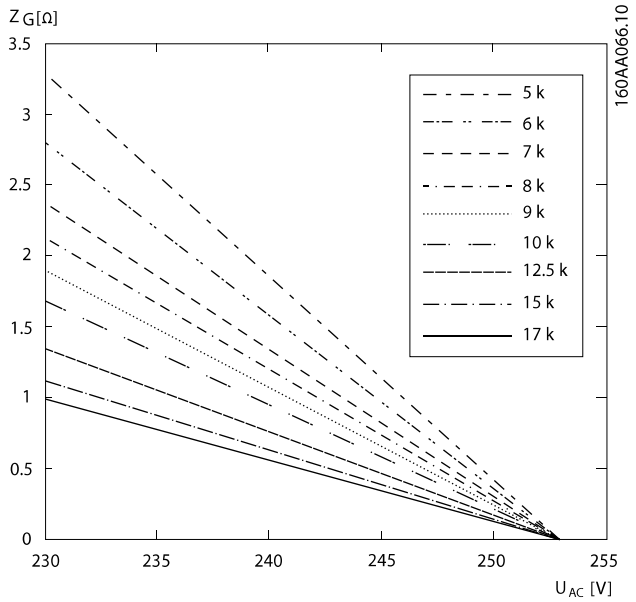


Ilustración 3.11 Máxima impedancia de red permitida, como función de la tensión en vacío

4 Opciones e interfaces de comunicación

4.1 Introducción

En este capítulo se describen las interfaces de comunicación y los módulos opcionales disponibles para el inversor.

4

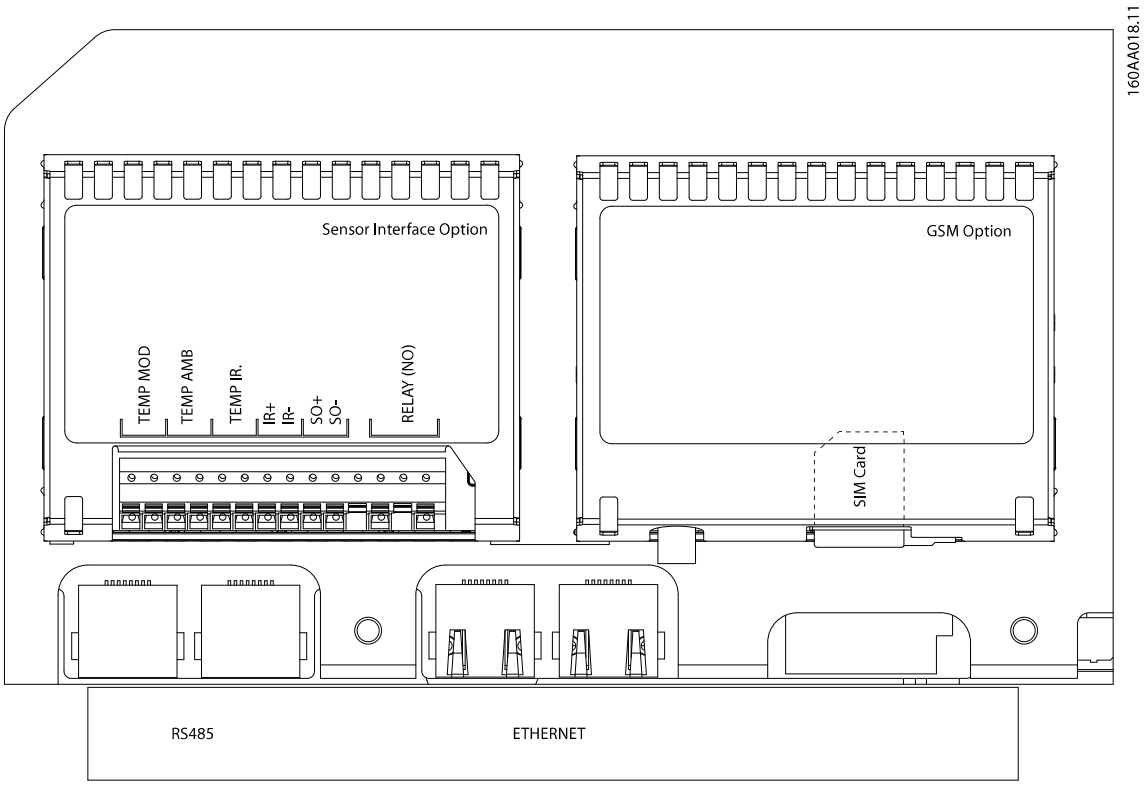


Ilustración 4.1 Ubicación de opcionales Sensor Interface y conexiones en la placa de comunicación del inversor

AVISO!

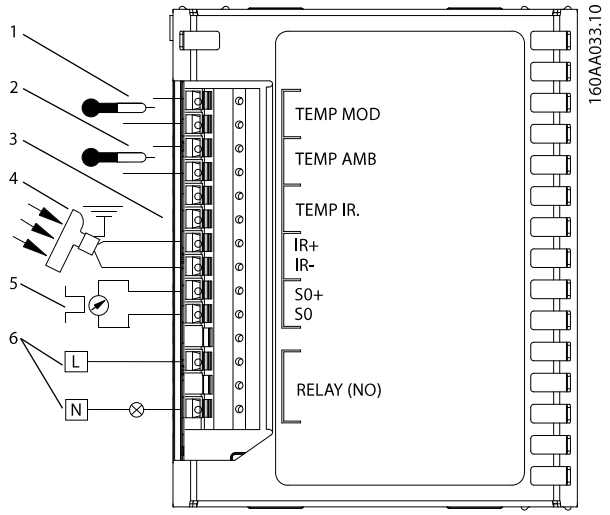
Los opcionales Sensor Interface y GSM se pueden colocar tanto a la izquierda como a la derecha.

Para obtener información sobre la instalación y la especificación detallada de los módulos opcionales consulte también:

- *Guía de instalación del kit GSM*
- *Guía de instalación de la opción Sensor Interface*

4.2 Opción Sensor Interface

Para obtener información sobre la instalación, la configuración y las especificaciones, consulte la *Guía de instalación de Sensor Interface*.
Sensor Interface cuenta con entradas para sensor de temperatura, sensor de irradiación, entrada de contador de energía y una salida de relé.



1-3	Interfaces para sensor de temperatura
4	Sensor de irradiación
5	Entrada del contador de energía (S0)
6	Salida del relé

Ilustración 4.2 Conexiones de los sensores a Sensor Interface

4.2.1 Sensor de temperatura

Se facilitan tres entradas para los sensores de temperatura.

Entrada para sensor de temperatura	Función
Temperatura ambiente	Lectura mediante el display, la interfaz web y / o comunicación (registro)
Temperatura del módulo FV	Lectura mediante el display, la interfaz web y / o comunicación (registro)
Temperatura de sensor de irradiación	Uso interno de la corrección de temperatura de la medición de irradiación

Tabla 4.1 Entradas para sensores de temperatura

El sensor de temperatura compatible es el de tipo PT1000.

4.2.2 Sensor de irradiación

La medición de irradiación se lee mediante el display, la interfaz web o la comunicación (registro). El tipo de sensor de irradiación compatible es el pasivo, con una tensión de salida máxima de 150 mV.

4.2.3 Sensor del contador de energía (S0)

La entrada del contador de energía se lee mediante el display o la interfaz web y la comunicación (registro). El contador de energía es compatible con la norma EN 62053-31, anexo D. S0 es una entrada de recuento lógico.

Son compatibles los contadores de energía con 1000 o 5000 pulsos por kWh y una anchura de impulsos mínima de 100 ms.

4.2.4 Salida de relé

La salida de relé puede ser utilizada con cualquiera de las siguientes utilidades:

- como activación de una alarma o
- como activador de autoconsumo.

El relé está libre de potencial y es de tipo NO (normalmente abierto).

4.2.5 Alarma

El relé puede activar una alarma visual y / o un dispositivo de alarma sonora para indicar las incidencias de varios inversores (para conocer los inversores específicos, consulte la *Guía de usuario* de FLX).

4.2.6 Autoconsumo

El relé puede configurarse para activar una carga de consumo (p. ej., lavadora, calentador, etc.) con base en una cantidad configurable de la potencia de salida del inversor o un momento del día. Una vez activado, el relé permanece cerrado hasta que el inversor se desconecta de la red (p. ej., al final del día), a no ser que se defina un tiempo de apagado.
Para evitar sobrecargar el relé interno, se debe garantizar que la carga externa no supere la capacidad del relé interno (consulte la *Guía de instalación de la opción* Sensor Interface). Para las cargas que superen la capacidad del relé interno, debe utilizarse un contactor auxiliar.

4.3 Kit GSM

Con el kit de la opción GSM, el inversor FLX se puede cargar en un almacén de datos a través de la conexión FTP y GPRS.

Elementos suministrados: un kit GSM (1), un cable de antena (2) y una antena (3); consulte *Ilustración 4.3*.
Requisito adicional: tarjeta SIM activa con código PIN

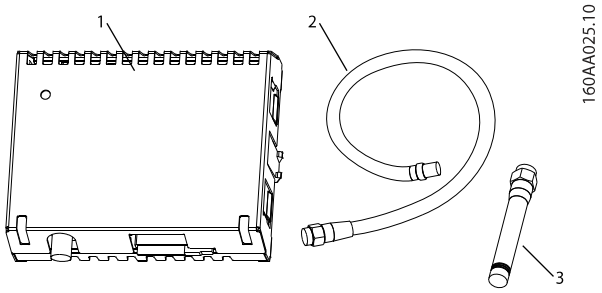
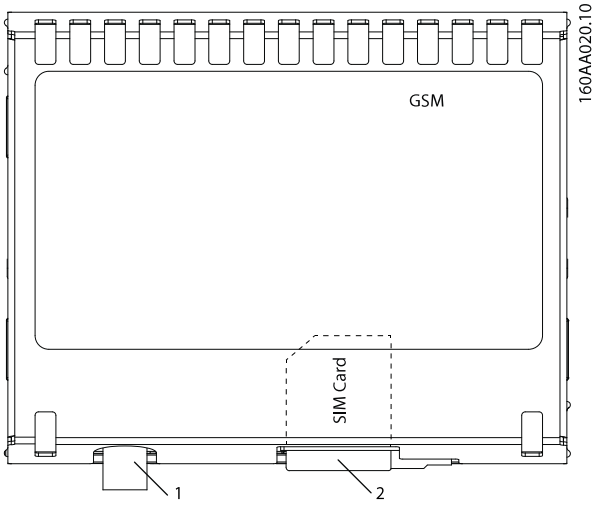


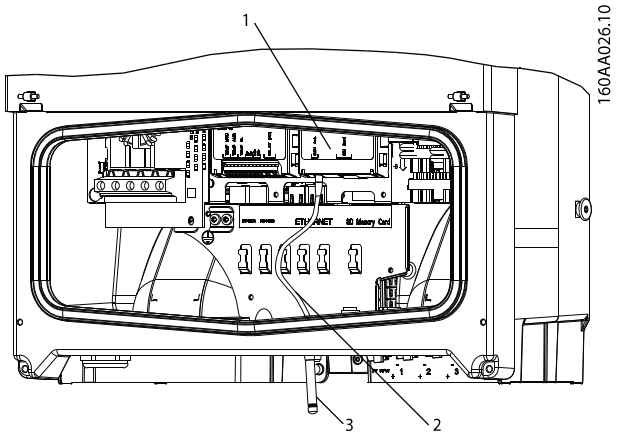
Ilustración 4.3 Elementos suministrados: kit de la opción GSM

Para obtener información sobre la instalación y la configuración, consulte la *Guía de instalación del kit de la opción GSM*.



1	Punto de conexión del cable de antena
2	Ranura para la tarjeta SIM

Ilustración 4.4 Opción GSM



1	Opción GSM
2	Cable de antena
3	Antena

Ilustración 4.5 Opción GSM con antena montada correctamente

4.4 Comunicación RS-485

La comunicación RS-485 es compatible con las siguientes unidades periféricas Danfoss:

- CLX Home
- CLX Standard
- CLX Weblogger
- CLX Home GM
- CLX Standard GM

La conexión RS-485 también admite registradores de terceros. Póngase en contacto con proveedores terceros para consultar la compatibilidad.
Para obtener más información acerca del cableado, consulte *5.9 Especificaciones de la interfaz auxiliar*.
No conecte los dispositivos que comuniquen en RS-485 al inversor cuando esté configurado como master.

La comunicación RS-485 se utiliza para la comunicación con accesorios y para el servicio técnico.

4.5 Comunicación Ethernet

La comunicación Ethernet se utiliza para aplicar la función de inversor master a través de la interfaz web.

Para obtener información sobre la disposición de la interfaz Ethernet, consulte *5.9 Especificaciones de la interfaz auxiliar*, y *5.10.1 Topología de red*.

Para las tareas de mantenimiento, se puede utilizar la comunicación Ethernet para acceder a la interfaz de la web de mantenimiento.

5 Datos técnicos

5.1 Datos técnicos

5.1.1 Especificaciones del inversor

Nomenclatura	Parámetro	Serie FLX				
		5	6	7	8	9
	CA					
|S|	Potencia nominal aparente	5 kVA	6 kVA	7 kVA	8 kVA	9 kVA
$P_{ac,r}$	Potencia nominal activa[1)]	5 kW	6 kW	7 kW	8 kW	9 kW
	Potencia activa en cos(phi) = 0,95	4,75 kW	5,7 kW	6,65 kW	7,6 kW	8,55 kW
	Potencia activa en cos(phi) = 0,90	4,5 kW	5,4 kW	6,3 kW	7,2 kW	8,1 kW
	Rango de potencia reactiva	0-3,0 kVAr	0-3,6 kVAr	0-4,2 kVAr	0-4,8 kVAr	0-5,4 kVAr
$V_{ac,r}$	Tensión de CA nominal (intervalo de tensión de CA)	3P + N + PE - 230/400 V (±20 %)				
	Corriente CA nominal	3 × 7,2 A	3 × 8,7 A	3 × 10,1 A	3 × 11,6 A	3 × 13 A
$I_{camáx}$	Corriente de CA máx.	3 × 7,5 A	3 × 9,0 A	3 × 10,6 A	3 × 12,1 A	3 × 13,6 A
	Distorsión de la corriente alterna (CA) (THD a potencia nominal, %)	-	-	-	-	-
	Corriente de irrupción	9,5 A / 10 ms				
$cosphi_{ca,r}$	Factor de potencia al 100 % de carga	>0,99				
	Intervalo de control del factor de potencia	0,8 inductivo 0,8 capacitivo				
	Consumo en modo de espera	2,7 W				
f_r	Frecuencia de red nominal (rango)	50 (±5 Hz)				
	CC					
	Potencia de entrada FV máxima por MPPT	5,2 kW	6,2 kW	7,2 kW	8 kW	
	Potencia nominal CC	5,2 kW	6,2 kW	7,2 kW	8,3 kW	9,3 kW
$V_{cc,r}$	Tensión nominal CC	715 V				
$V_{ccmín.}$/ $V_{mppmín.}$ - $V_{mppmáx.}$	Tensión MPP - seguimiento activo[2)] / potencia nominal[3)]	220/250 - 800 V	220/260 - 800 V	220/300 - 800 V	220/345 - 800 V	220/390 - 800 V

Nomenclatura	Parámetro	Serie FLX				
		5	6	7	8	9
	Eficiencia MPP, estática	99,9 %				
	Eficiencia MPP, dinámica	99,7 %				
$V_{ccmáx.}$	Tensión de CC máx.	1000 V				
$V_{ccarr.}$	Tensión CC de encendido	250 V				
$V_{ccmín.}$	Tensión CC de apagado	220 V				
$I_{ccmáx.}$	Corriente MPP máx.	12 A por entrada FV				
	CC de cortocircuito máx. (en STC)	13,5 A por entrada FV				
	Mín. en potencia de red	20 W				
	Eficiencia					
	Eficiencia máx.	-	97,8 %	-	97,9 %	-
	Eficiencia europea, V a $_{cc, r}$	-	96,5 %	-	97,0 %	-
	Otros					
	Dimensiones (al., an., pr.), inversor / incl. embalaje	667 × 500 × 233 mm / 774 × 570 × 356 mm				
	Recomendación de montaje	Placa de montaje				
	Peso, inversor / incl. embalaje	38 kg / 44 kg				
	Nivel de ruido acústico[4]	-				
	Seguidores MPP	2				
	Intervalo de temperatura de funcionamiento	de –25 a 60 °C				
	Intervalo de temperatura nom.	de –25 a 45 °C				
	Temperatura de almacenamiento	de –25 a 60 °C				
	Funcionamiento con sobrecarga	Cambio del punto de funcionamiento				
	Categorías de sobretensión	Red: OVC III FV: OVC II				

Tabla 5.1 Especificaciones

[1] A tensión de red nominal ($V_{ca,r}$), Cos(phi)=1.

[2] Para utilizar la gama completa, deben considerarse disposiciones asimétricas, incluida la tensión de arranque para al menos 1 cadena. Alcanzar la potencia nominal dependerá de la configuración.

[3] A configuración de entrada simétrica.

[4] Nivel SPL (nivel de presión acústica) a 1 m en condiciones de funcionamiento normales. Medido a 25 °C.

Nomenclatura	Parámetro	Serie FLX				
		10	12.5	15	17	
	CA					
|S|	Potencia nominal aparente	10 kVA	12,5 kVA	15 kVA	17 kVA	
$P_{ac,r}$	Potencia nominal activa[1)]	10 kW	12,5 kW	15 kW	17 kW	
	Potencia activa en cos(phi) = 0,95	9,5 kW	11,9 kW	14,3 kW	16,2 kW	
	Potencia activa en cos(phi) = 0,90	9,0 kW	11,3 kW	13,5 kW	15,3 kW	
	Rango de potencia reactiva	0-6,0 kVAr	0-7,5 kVAr	0-9,0 kVAr	0-10,2 kVAr	
$V_{ac,r}$	Tensión de CA nominal (intervalo de tensión de CA)	3P + N + PE - 230/400 V (±20 %)				
	Corriente CA nominal	3 × 14,5 A	3 x 18,2 A	3 x 21,7 A	3 x 24,7 A	
$I_{camáx}$	Corriente de CA máx.	3 x 15,1 A	3 x 18,8 A	3 x 22,6 A	3 x 25,6 A	
	Distorsión de la corriente alterna (CA) (THD a potencia nominal, %)	-	<2 %			
	Corriente de irrupción	0,5 A / 10 ms				
$cosphi_{ca,r}$	Factor de potencia al 100 % de carga	>0,99				
	Intervalo de control del factor de potencia	0,8 inductivo 0,8 capacitivo				
	Consumo en modo de espera	2,7 W				
f_r	Frecuencia de red nominal (rango)	50 (±5 Hz)				
	CC					
	Potencia de entrada FV máxima por MPPT	8 kW				
	Potencia nominal CC	10,4 kW	12,9 kW	15,5 kW	17,6 kW	
$V_{cc,r}$	Tensión nominal CC	715 V				
$V_{ccmín.}$/ $V_{mppmín.}$ - $V_{mppmáx.}$	Tensión MPP - seguimiento activo[2)] / potencia nominal[3)]	220/430 - 800 V	220/360 - 800 V	220/430 - 800 V	220/485 - 800 V	
	Eficiencia MPP, estática	99,9 %				
	Eficiencia MPP, dinámica	99,7 %				
$V_{ccmáx.}$	Tensión de CC máx.	1000 V				
$V_{ccarr.}$	Tensión CC de encendido	250 V				

Nomenclatura	Parámetro	Serie FLX				
		10	12.5	15	17	
$V_{ccmín.}$	Tensión CC de apagado	220 V				
$I_{ccmáx.}$	Corriente MPP máx.	12 A por entrada FV				
	CC de cortocircuito máx. (en STC)	13,5 A por entrada FV				
	Mín. en potencia de red	20 W				
	Eficiencia					
	Eficiencia máx.	98%				
	Eficiencia europea, V a $_{cc, r}$	97,0 %	97,3 %	97,4 %	97,4 %	
	Otros					
	Dimensiones (al., an., pr.), inversor / incl. embalaje	667 × 500 × 233 mm / 774 × 570 × 356 mm				
	Recomendación de montaje	Placa de montaje				
	Peso, inversor / incl. embalaje	38 kg / 44 kg	39 kg / 45 kg			
	Nivel de ruido acústico[4]	-	55 dB(A)			
	Seguidores MPP	2	3			
	Intervalo de temperatura de funcionamiento	de –25 a 60 °C				
	Intervalo de temperatura nom.	de –25 a 45 °C				
	Temperatura de almacenamiento	de –25 a 60 °C				
	Funcionamiento con sobrecarga	Cambio del punto de funcionamiento				
	Categorías de sobretensión	Red: OVC III FV: OVC II				

Tabla 5.2 Especificaciones

[1] A tensión de red nominal ($V_{ca,r}$), Cos(phi)=1.

[2] Para utilizar la gama completa, deben considerarse disposiciones asimétricas, incluida la tensión de arranque para al menos 1 cadena. Alcanzar la potencia nominal dependerá de la configuración.

[3] A configuración de entrada simétrica.

[4] Nivel SPL (nivel de presión acústica) a 1 m en condiciones de funcionamiento normales. Medido a 25 °C.

Parámetro	Serie FLX
Tipo de conector	Sunclix
Modo paralelo	Sí
Interfaz	Ethernet (interfaz web), RS-485
Opciones	Kit opcional GSM, opción Sensor Interface, opción PLA
PV Sweep	Sí
Funcionamiento con sobrecarga	Cambio del punto de funcionamiento
Función de respaldo de la red	Fault Ride Through
Control de la potencia activa[5]	Integrado o a través de dispositivo externo
Control de la potencia reactiva[5]	Sí

Parámetro	Serie FLX
Protección frente a cortocircuitos en CC	Sí

Tabla 5.3 Funciones y características del inversor

5) Control remoto mediante un dispositivo externo.

Parámetro		Serie FLX
Eléctrico		
	Seguridad (clase de protección)	Clase I (conexión a tierra)
	PELV en las tarjetas de control y comunicaciones	Clase II
	Categorías de sobretensión	Red: OVC III FV: OVC II
Funcional		
	Detección de funcionamiento en isla: pérdida de la red eléctrica	• Desconexión • Monitorización trifásica de la red • ROCOF • Cambio de frecuencia activa
	Valor de tensión	Desconexión, incluida
	Frecuencia	Desconexión, incluida
	Contenido de CC en la CA	Desconexión, incluida
	Resistencia de aislamiento	Conexión bloqueada, incluida
	RCMU de tipo B	Desconexión, incluida

Tabla 5.4 Especificaciones de seguridad

5.1.2 Eficiencia

La eficiencia se ha medido con un analizador de potencia durante un periodo de 250 s, a 25 °C y a tensión de red de 230 V. Los gráficos de eficiencia de cada modelo de inversor de la familia FLX se detallan a continuación:

Gráficos y tabla pendientes. No estaba listo antes de la finalización del manual.

5.2 Límites de reducción de potencia

Para garantizar que los inversores puedan producir la potencia nominal, las imprecisiones de medición se tienen en cuenta a la hora de cumplir los límites de reducción de potencia indicados en *Tabla 5.5*.

(Limite = valor nominal + tolerancia).

	Serie FLX								
	5	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**12.5**	**15**	**17**
Corriente de red, por fase	7,5 A	9,0 A	10,6 A	12,1 A	13,6 A	15,1 A	18,8 A	22,6 A	25,6 A
Potencia de red, total	5150 W	6180 W	7210 W	8240 W	9270 W	10 300 W	12 875 W	15 450 W	17 510 W

Tabla 5.5 Límites de reducción de potencia

5.3 Normativa

	Serie FLX								
Estándares internacionales	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**12.5**	**15**	**17**
Directiva LVD	2006/95/EC								
Directiva sobre compatibilidad electromagnética (CEM)	2004/108/EC								
Seguridad	IEC 62109-1 / IEC 62109-2								
Seccionador de corte en carga FV integrado	VDE 0100-712								
Seguridad funcional	IEC 62109-2								
Inmunidad electromagnética (CEM)	EN 61000-6-1								
	EN 61000-6-2								
Emisión electromagnética (CEM)	EN 61000-6-3								
	EN 61000-6-4								
Interferencias de red	EN 61000-3-2/-3						EN 61000-3-11/-12		

	Serie FLX
CE	Sí
Características de la red	IEC 61727
	EN 50160
Contador de energía S0 (opcional)	EN 62053-31, anexo D

Tabla 5.6 Cumplimiento de los estándares internacionales

5.4 Condiciones de la instalación

Parámetro	Especificaciones
Temperatura	De–25 °C a +60 °C (para reducción de potencia por temperatura, consulte *2.3.5 Reducción de potencia*).
Humedad relativa	95 %, sin condensación
Grado de contaminación	PD2
Descripción de la clase ambiental IEC	IEC60721-3-3 3K6/3B3/3S3/3M2
Calidad del aire: general	ISA S71.04-1985 Nivel G2 (con 75 % HR)
Calidad del aire: zonas costeras, muy industrializadas y agrícolas	Debe ser calculado y clasificado según ISA S71.04-1985
Vibración	1G
Tenga en cuenta el grado de protección de acceso del producto	IP65
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m sobre el nivel del mar. La protección PELV es efectiva únicamente hasta 2000 m por encima del nivel del mar.
Instalación	Evite el flujo constante de agua. Evite la luz solar directa. Asegúrese de que haya suficiente ventilación. Móntelo en una superficie ignífuga. Móntelo recto en una superficie vertical. Evite la formación de polvo y de gases de amoniaco. El inversor FLX es una unidad para exteriores.

Tabla 5.7 Condiciones para la instalación

Parámetro	Condición	Especificaciones
Placa de montaje	Diámetro del orificio	30 × 9 mm
	Alineación	Perpendicular ±5° en todos los ángulos

Tabla 5.8 Especificaciones de la placa de montaje

5.5 Especificaciones del circuito de la red eléctrica

	Serie FLX								
	5	6	7	8	9	10	12.5	15	17
Corriente máxima del inversor, $I_{camáx.}$	7,5 A	9 A	10,6 A	12,1 A	13,6 A	15,1 A	18,8 A	22,6 A	25,6 A
Tipo de fusible gL/gG recomendado*)	10 A	13 A	13 A	13 A	16 A	16 A	20 A	25 A	32 A
Tipo de fusible automático recomendado B o C*)	16 A	16 A	16 A	20 A	20 A	20 A	25 A	25 A	32 A

Tabla 5.9 Especificaciones del circuito de la red eléctrica

*) *Seleccione siempre fusibles que cumplan la normativa local.*

5.6 Especificaciones de los cables

AVISO!

Evite la pérdida de potencia en los cables de más de un 1 % del valor nominal del inversor según los valores indicados en las tablas e ilustraciones.

AVISO!

La tabla solo muestra longitudes de cable inferiores a 100 m.

Especificaciones		Serie FLX								
Longitud máxima del cable de CA [m]	Tamaño del cable de CA	5	6	7	8	9	10	12.5	15	17
	2,5 mm^2	43 m	36 m	31 m	27 m	24 m	21 m	1)	1)	1)
	4 mm^2	69 m	57 m	49 m	43 m	38 m	34 m	27 m	2)	2)
	6 mm^2		86 m	74 m	64 m	57 m	52 m	41 m	34 m	30 m
	10 mm^2					95 m	86 m	69 m	57 m	51 m
	16 mm^2								92 m	81 m
Tipo de cable de CA		Cable de cobre de 5 hilos								
Diámetro exterior del cable de CA		18-25 mm								
Aislamiento del cable de CA		Retire 16 mm del aislamiento de los 5 hilos								
Diámetro del cable PE		Igual o mayor que el diámetro de los cables de fase de CA								

Tabla 5.10 Especificaciones de los cables de CA

1) No se recomienda utilizar cables con un diámetro inferior a 4 mm^2.

2) No se recomienda utilizar cables con un diámetro inferior a 6 mm^2.

Especificaciones		Serie FLX
Tipo de cable de CC		Mín. 1000 V, 13,5 A
Longitud del cable de CC	Sección del cable de CC de 4 mm^2 - 4,8 Ω/km	<200 m*
	Tamaño del cable de CC de 6 mm^2 - 3,4 Ω/km	200-300 m*
Conector de acoplamiento		Sunclix FV-CM-S 2,5-6(+) / FV-CM-S 2,5-6(–)

Tabla 5.11 Especificaciones del cable de CC

** La distancia entre el inversor y el string FV y viceversa, más la longitud acumulada de los cables utilizados para la instalación del string FV.*

Tenga en cuenta lo siguiente cuando elija el tipo de cable y su área transversal:

- la temperatura ambiente
- el tipo de disposición (interior, subterránea, exterior, etc.)
- la resistencia a la radiación ultravioleta.

5

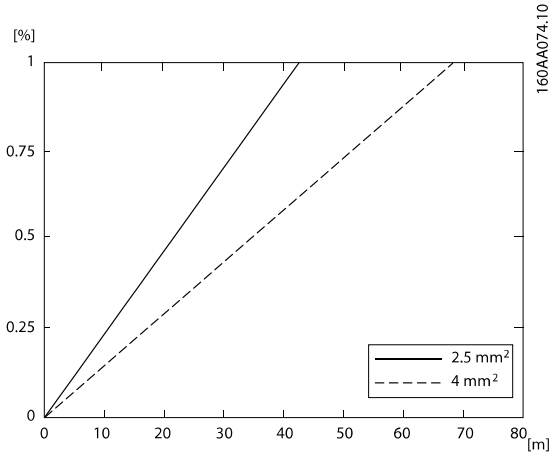


Ilustración 5.1 Serie FLX 5, pérdidas de cable [%] frente a longitud del cable [m]

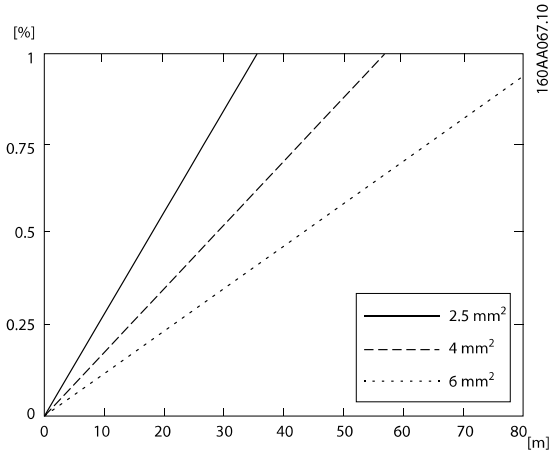


Ilustración 5.2 Serie FLX 6, pérdidas de cable [%] frente a longitud del cable [m]

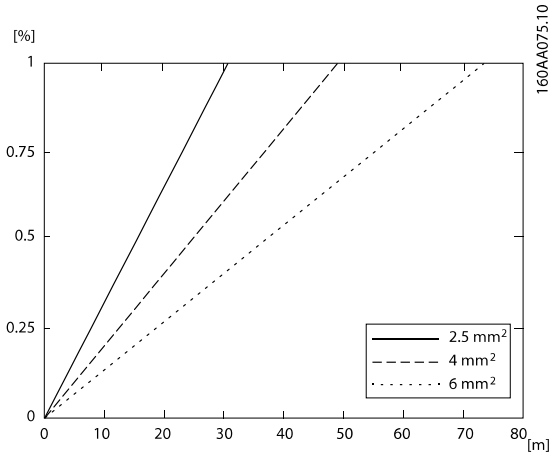


Ilustración 5.3 Serie FLX 7, pérdidas de cable [%] frente a longitud del cable [m]

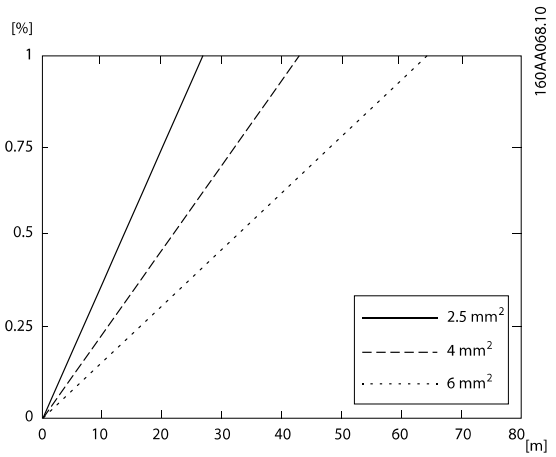


Ilustración 5.4 Serie FLX 8, pérdidas de cable [%] frente a longitud del cable [m]

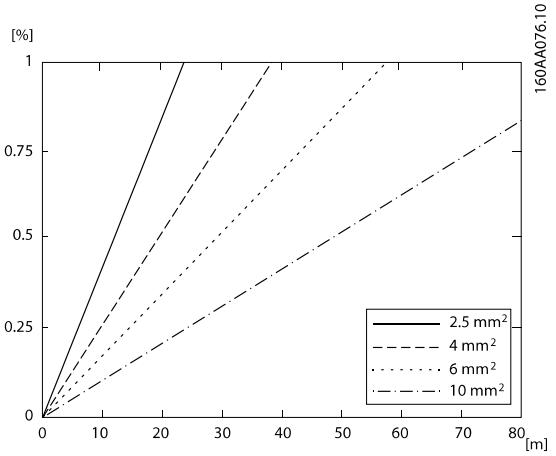


Ilustración 5.5 Serie FLX 9, pérdidas de cable [%] frente a longitud del cable [m]

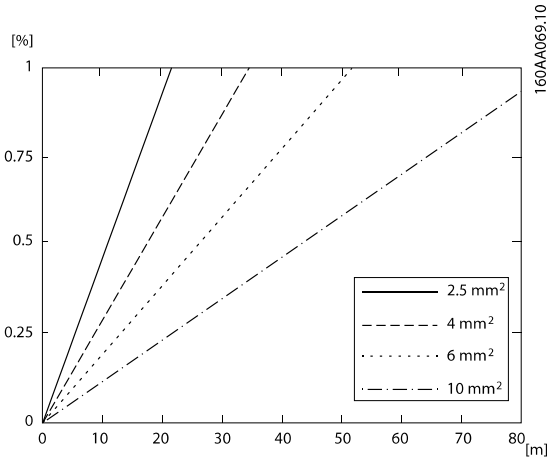


Ilustración 5.6 Serie FLX 10, pérdidas de cable [%] frente a longitud del cable [m]

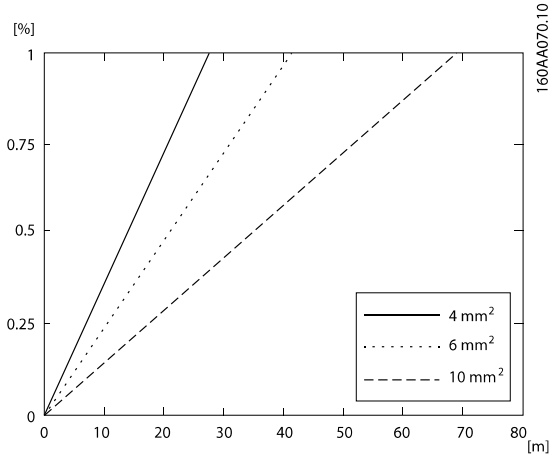


Ilustración 5.7 Serie FLX 12.5, pérdidas de cable [%] frente a longitud del cable [m]

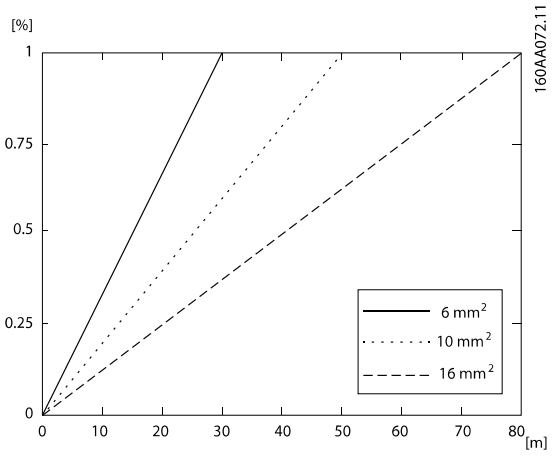


Ilustración 5.9 Serie FLX 17, pérdidas de cable [%] frente a longitud del cable [m]

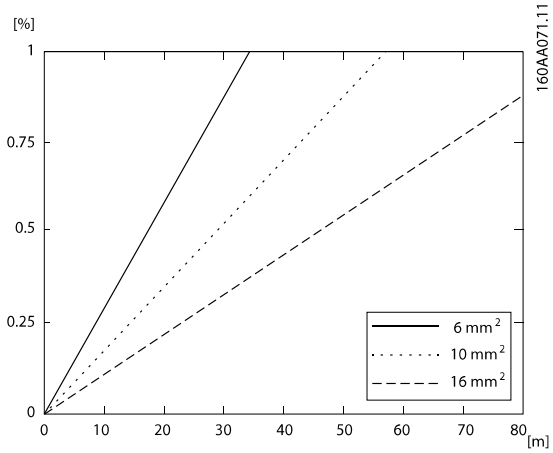


Ilustración 5.8 Serie FLX 15, pérdidas de cable [%] frente a longitud del cable [m]

5.7 Especificaciones del par de apriete

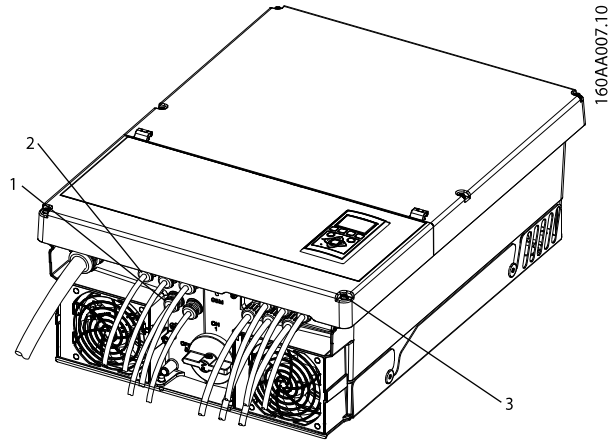


Ilustración 5.10 Información general del inversor con indicaciones del par 1

	Parámetro	Herramienta	Par de apriete
1	Prensaestopas de calibre M16	Llave de 19 mm	3,75 Nm
	Prensaestopas M16, tuerca de compresión	Llave de 19 mm	2,5 Nm
2	Prensaestopas de calibre M25	Llave de 27 mm	7,5 Nm
	Prensaestopas M25, tuerca de compresión	Llave de 27 mm	5,0 Nm
3	Tornillo frontal	Torx TX 20	1,5 Nm

Tabla 5.12 Especificaciones Nm 1

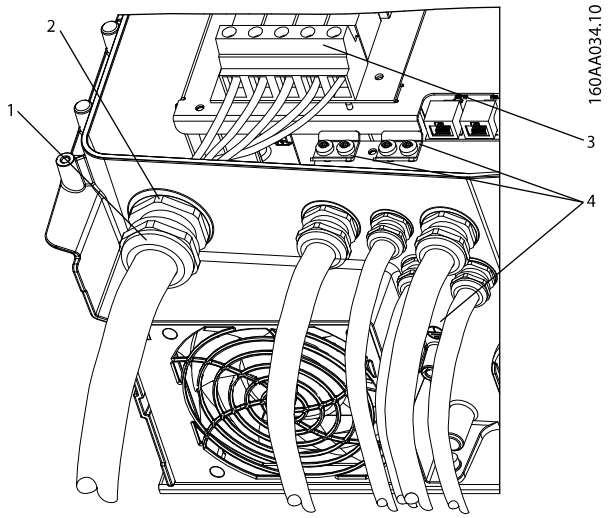


Ilustración 5.11 Información general sobre el inversor con indicaciones del par 2

	Parámetro	Herramienta	Par de apriete
1	Prensaestopas de calibre M32	Llave de 42 mm	7,5 Nm
2	Prensaestopas M32, tuerca de compresión	Llave de 42 mm	5,0 Nm
3	Bornero en la zona de conexión CA	Pozidriv PZ2 o ranura recta 1,0 × 5,5 mm	2,0-4,0 Nm
4	PE	Torx TX 20 o ranura recta 1,0 × 5,5 mm	2,2 Nm

Tabla 5.13 Especificaciones Nm 2

5.8 Especificaciones del circuito de la red eléctrica

	Serie FLX								
	5	6	7	8	9	10	12.5	15	17
Corriente máxima del inversor, $I_{camáx.}$	7,5 A	9 A	10,6 A	12,1 A	13,6 A	15,1 A	18,8 A	22,6 A	25,6 A
Tipo de fusible gL/gG recomendado*)	10 A	13 A	13 A	13 A	16 A	16 A	20 A	25 A	32 A
Tipo de fusible automático recomendado B o C*)	16 A	16 A	16 A	20 A	20 A	20 A	25 A	25 A	32 A

Tabla 5.14 Especificaciones del circuito de la red eléctrica

**) Seleccione siempre fusibles que cumplan la normativa local.*

5.9 Especificaciones de la interfaz auxiliar

Interfaz	Parámetro	Datos de los parámetros	Especificaciones
RS-485 y Ethernet	Cable	Diámetro exterior del cable (⌀)	2 × 5-7 mm
		Tipo de cable	Par trenzado apantallado (STP CAT 5e o SFTP CAT 5e)[2)]
		Impedancia característica del cable	100-120 Ω
	Conectores RJ-45: 2 uds. RJ-45 para RS-485 2 uds. RJ-45 para Ethernet	Calibre de cable	24-26 AWG (en función del enchufe metálico de acoplamiento RJ-45)
		Terminación de la pantalla del cable	Mediante enchufe metálico RJ-45
	Conexión para aislamiento galvánico		Sí, 500 Vrms
	Protección frente a contactos directos	Aislamiento doble / reforzado	Sí
	Protección frente a cortocircuitos		Sí
solo RS-485	Cable	Longitud de cable máx.	1000 m
	Número máx. de inversores en red		63
solo Ethernet	Comunicación	Topología de red	Conexión en string y estrella
	Cable	Longitud máxima de cableado entre inversores	100 m
	Número máx. de inversores		100[1)]

Tabla 5.15 Especificaciones de la interfaz auxiliar

1) El número máx. de inversores es 100. Si se utiliza un módem GSM para la carga en el portal, el número de inversores en una red se limita a 50.

2) Pasa su uso exterior, se recomienda utilizar un cable de tipo enterrado para exteriores (si se entierra en el suelo) tanto para Ethernet como para RS-485.

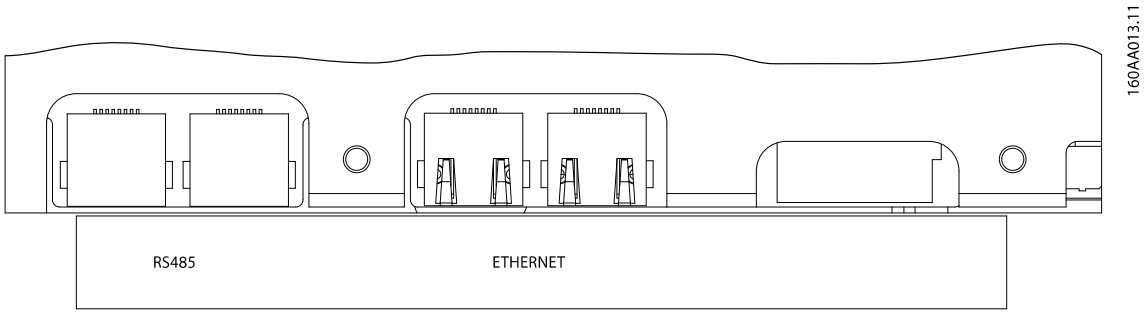


Ilustración 5.12 interfaces auxiliares

5.10 Conexiones RS-485 y Ethernet

RS-485

El bus de comunicación RS-485 debe ser terminado en ambos extremos.

- La terminación no es automática si no se introduce ningún conector RJ-45 en el puerto. La ausencia de un conector de acoplamiento permite tanto la terminación como el puente.
- En raras ocasiones, no se desea realizar el puente, pero se requiere la terminación en cualquier caso. Para finalizar el bus RS-485, monte una resistencia de terminación de 100 Ω entre los pines 3 y 6 de uno de los puertos RJ-45. A continuación, introduzca el conector (con la resistencia) en un conector RJ-45 que no se utilice.

La dirección RS-485 del inversor es única y se define en la fábrica.

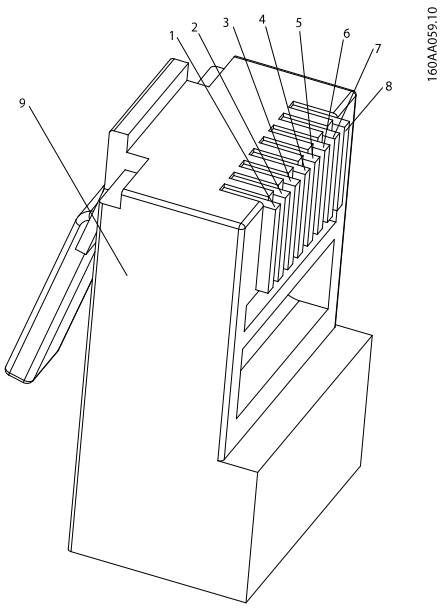


Ilustración 5.13 Detalle del diagrama de pines RJ-45 para RS-485

1.	**GND (tierra)**
2.	GND (tierra)
3.	**RX/TX A (–)**
4.	BIAS L
5.	BIAS H
6.	**RX/TX B (+)**
7.	Desconectado
8.	Desconectado
9.	**Pantalla**

***En negrita** = obligatorio, el cable de Cat5 contiene los 8 hilos. Para Ethernet: cruzado automático 10Base-TX y 100Base-TX*

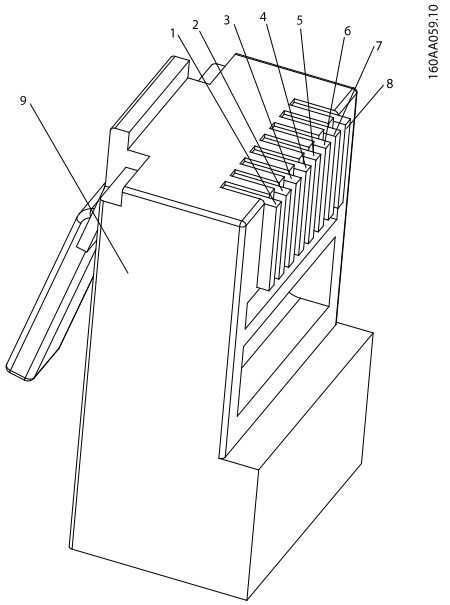


Diagrama de pines para Ethernet	Colores estándar	
	Cat. 5 T-568A	Cat. 5 T-568B
1. RX+	Verde / blanco	Naranja / blanco
2. RX	Verde	Naranja
3. TX+	Naranja / blanco	Verde / blanco
4.	Azul	Azul
5.	Azul / blanco	Azul / blanco
6. TX–	Naranja	Verde
7.	Marrón / blanco	Marrón / blanco
8.	Marrón	Marrón
9.	Pantalla	Pantalla

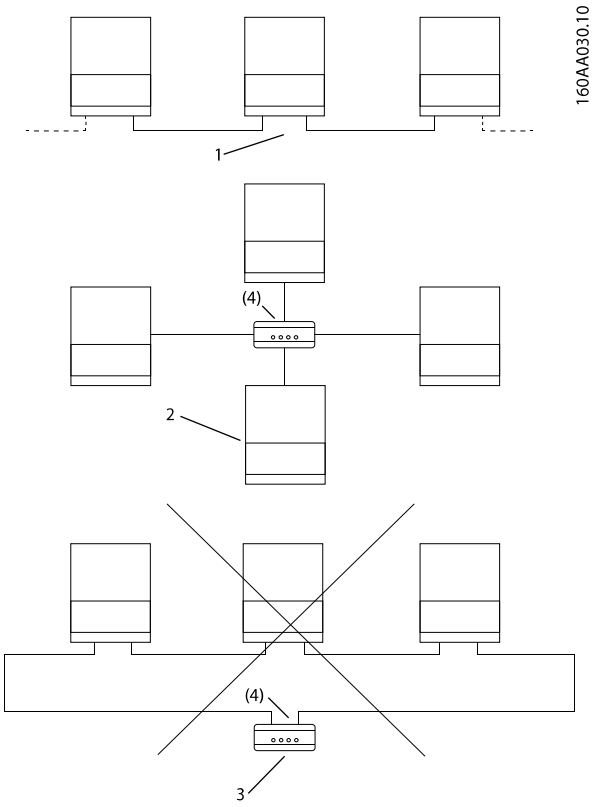
Ilustración 5.14 Detalle del diagrama de pines RJ-45 para RS-485

5.10.1 Topología de red

El inversor tiene dos conectores Ethernet RJ-45 que permiten conectar varios inversores en una topología de línea como alternativa a la topología típica en estrella. Los dos puertos son idénticos y se pueden utilizar indistintamente. Para RS-485, solo se pueden realizar la conexión en string.

AVISO!

La topología en anillo no está permitida.



1	Conexión en string
2	Topología en estrella
3	Topología en anillo (no permitida)
(4)	(Switch Ethernet)

Ilustración 5.15 Topología de red

AVISO!

Los dos tipos de red no pueden ser mezclados. Los inversores solo pueden conectarse en RS-485 o en Ethernet.

AVISO!

La conexión Ethernet se recomienda para una comunicación más rápida.
La conexión RS-485 es necesaria cuando un weblogger o un datalogger se conecta al inversor.

Danfoss Solar Inverters A/S
Nordborgvej 81
DK-6430 Nordborg
Denmark
Tel: +45 7488 1300
Fax: +45 7488 1301
E-mail: solar-inverters@danfoss.com
www.danfoss.com/solar

Danfoss no acepta ninguna responsabilidad por posibles errors que pudieran aparecer en sus catálogos, folletos o cualquier otro material impreso, reservándose el derecho de alterar sus productos sin previo aviso, incluyéndose los que estén bajo pedido, si estas modificaciones no afectan las características convenidas con el cliente. Todas las marcas comerciales de este material son propiedad de las respectivas companies. Danfoss y el logotipo Danfoss son marcas comerciales de Danfoss A/S. Reservados todos los derechos.

Rev. date 2013-11-22 Lit. No. L00410605-02_05